

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-083431

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/0065

G03H 1/10

G03H 1/22

G03H 1/26

(21)Application number : 2000-315224

(71)Applicant : OPTWARE:KK

(22)Date of filing : 16.10.2000

(72)Inventor : HORIGOME HIDEYOSHI

(30)Priority

Priority number : 2000203563

Priority date : 05.07.2000

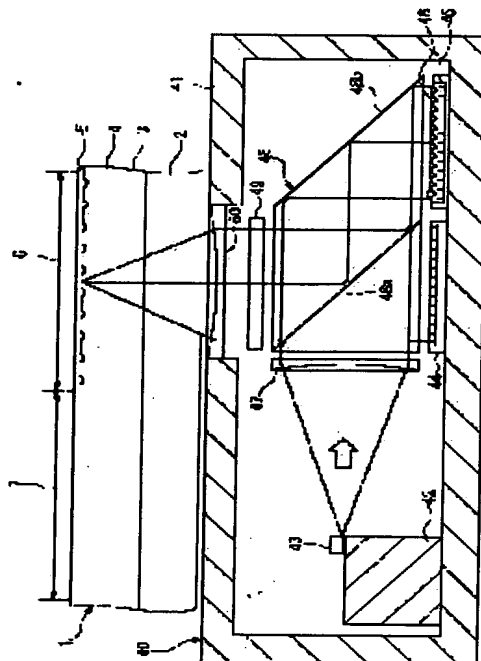
Priority country : JP

**(54) APPARATUS AND METHOD FOR RECORDING OPTICAL INFORMATION, APPARATUS AND METHOD FOR REPRODUCING OPTICAL INFORMATION, AND APPARATUS AND METHOD FOR RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL INFORMATION**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To compose an optical system for recording or reproduction into smaller size, and to improve the SN ratio of reproduced information while recording or reproducing information by using holography.

**SOLUTION:** When information is recorded, a light beam for information and a reference light beam for recording whose phases of light are spatially modulated on the basis of information to be recorded, are generated by a phase space optical modulator 44. The information recording layer 3 of an optical information recording medium 1 is irradiated with such light beams, and information is recorded on the information recording layer 3 with an interference pattern obtained by interference between the light beam for information and the reference light beam for recording. When the information is reproduced, the information recording layer 3 is irradiated with a reference beam for reproduction. The reproduced light and the reference light beam for reproduction generated from the information recording layer 3 are superposed to generate a synthetic light beam, and then the synthetic light beam is detected by a photodetector 45 to reproduce the information.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3639202

[Date of registration]

21.01.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] It is an optical information recording device for recording information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography. An information light generation means to generate information light by modulating the phase of light spatially based on the information to record, So that information may be recorded on a reference beam generation means for record to generate the reference beam for record, and said information recording layer, with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record The optical information recording device characterized by having the record optical system which irradiates the information light generated by said information light generation means, and the reference beam for record generated by said reference beam generation means for record at said information recording layer.

[Claim 2] Said record optical system is an optical information recording device according to claim 1 characterized by performing the exposure of information light and the reference beam for record from the same side side of said information recording layer so that information light and the reference beam for record may be arranged in same axle.

[Claim 3] Said information light generation means is an optical information recording device according to claim 1 or 2 characterized by setting the phase of the light after a modulation as either of two values.

[Claim 4] Said information light generation means is an optical information recording device according to claim 1 or 2 characterized by setting the phase of the light after a modulation as either of three or more values.

[Claim 5] Said reference beam generation means for record is an optical information recording device according to claim 1 to 4 characterized by generating the reference beam for record by which the phase was modulated spatially.

[Claim 6] Said information light generation means is an optical information recording device according to claim 5 characterized by modulating the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[Claim 7] Furthermore, the optical information recording device according to claim 1 to 6 characterized by having the surfacing mold head body which contains said information light generation means, the reference beam generation means for record, and record optical system, and surfaces from an optical information record medium.

[Claim 8] The procedure which generates information light by modulating the phase of light spatially based on the information which is the optical information record approach which records information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography, and is recorded, The optical information record approach characterized by having the procedure which generates the reference beam for record, and the record procedure which irradiates said information light and said reference beam for record at said information recording layer so that information may be recorded on said information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record.

[Claim 9] Said record procedure is the optical information record approach according to claim 8

characterized by performing the exposure of information light and the reference beam for record from the same side side of said information recording layer so that information light and the reference beam for record may be arranged in same axle.

[Claim 10] The procedure which generates said information light is the optical information record approach according to claim 8 or 9 characterized by setting the phase of the light after a modulation as either of two values.

[Claim 11] The procedure which generates said information light is the optical information record approach according to claim 8 or 9 characterized by setting the phase of the light after a modulation as either of three or more values.

[Claim 12] The procedure which generates said reference beam for record is the optical information record approach according to claim 8 to 11 characterized by generating the reference beam for record by which the phase was modulated spatially.

[Claim 13] The procedure which generates said information light is the optical information record approach according to claim 12 characterized by modulating the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[Claim 14] Holography is used from the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information was recorded with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record. While irradiating the reference beam for playback generated by reference beam generation means for playback to be an optical information regenerative apparatus for reproducing information, and to generate the reference beam for playback, and said reference beam generation means for playback to said information recording layer The playback optical system which collects the playback light generated from said information recording layer by irradiating the reference beam for playback, piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, The optical information regenerative apparatus characterized by having a detection means to detect a synthetic light generated by said playback optical system.

[Claim 15] Said playback optical system is an optical information regenerative apparatus according to claim 14 characterized by performing exposure of the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of said information recording layer so that the reference beam for playback and playback light may be arranged in same axle.

[Claim 16] Said reference beam generation means for playback is an optical information regenerative apparatus according to claim 14 or 15 characterized by generating the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[Claim 17] Furthermore, the optical information regenerative apparatus according to claim 14 to 16 characterized by having the surfacing mold head body which contains said reference beam generation means for playback, playback optical system, and a detection means, and surfaces from an optical information record medium.

[Claim 18] Holography is used from the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information was recorded with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record. While being the optical information playback approach which reproduces information and irradiating the procedure which generates the reference beam for playback, and said reference beam for playback to said information recording layer The optical information playback approach characterized by having the playback procedure which collects the playback light generated from said information recording layer by irradiating the reference beam for playback, piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and the procedure of detecting said synthetic light.

[Claim 19] Said playback procedure is the optical information playback approach according to claim 18 characterized by performing exposure of the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of said information recording layer so that the reference beam for playback and playback light may be arranged in same axle.

[Claim 20] The procedure which generates said reference beam for playback is the optical information playback approach according to claim 18 or 19 characterized by generating the reference

beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[Claim 21] While recording information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography An information light generation means to be an optical information record regenerative apparatus for reproducing information from an optical information record medium, and to generate information light by modulating the phase of light spatially based on the information to record, At the time of a reference beam generation means for record to generate the reference beam for record, a reference beam generation means for playback to generate the reference beam for playback, and informational record So that information may be recorded on said information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record The information light generated by said information light generation means and the reference beam for record generated by said reference beam generation means for record are irradiated at said information recording layer. At the time of informational playback While irradiating the reference beam for playback generated by said reference beam generation means for playback to said information recording layer The record playback optical system which collects the playback light generated from said information recording layer by irradiating the reference beam for playback, piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, The optical information record regenerative apparatus characterized by having a detection means to detect a synthetic light generated by said record playback optical system.

[Claim 22] Said record playback optical system is an optical information record regenerative apparatus according to claim 21 characterized by performing exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of said information recording layer so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle.

[Claim 23] Said information light generation means, the reference beam generation means for record, and the reference beam generation means for playback The polarization direction generates the same information light of the linearly polarized light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, respectively. Said record playback optical system While changing information light and the reference beam for record into the circular polarization of light from the 1st linearly polarized light and irradiating to said information recording layer By the quadrant wavelength plate which changes the playback light generated from said information recording layer into the 2nd linearly polarized light the linearly polarized light and the polarization direction cross at right angles to the 1st linearly polarized light from the circular polarization of light, and the difference in the polarization direction The optical information record regenerative apparatus according to claim 22 characterized by having the polarization separation optical element which separates the optical path of the information light before passing said quadrant wavelength plate, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and the optical path of the return light from the optical information record medium of Ushiro who passed said quadrant wavelength plate.

[Claim 24] It is the optical information record regenerative apparatus according to claim 21 to 23 characterized by for said reference beam generation means for record generating the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, and said reference beam generation means for playback generating the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[Claim 25] Said information light generation means is an optical information record regenerative apparatus according to claim 24 characterized by modulating the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[Claim 26] Furthermore, the optical information record regenerative apparatus according to claim 21 to 25 characterized by having the surfacing mold head body which contains said information light generation means, the reference beam generation means for record, the reference beam generation means for playback, record playback optical system, and a detection means, and surfaces from an optical information record medium.

[Claim 27] While recording information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography The procedure

which generates information light by modulating the phase of light spatially based on the information which is the optical information record playback approach which reproduces information, and is recorded from an optical information record medium, So that information may be recorded on the procedure which generates the reference beam for record, and said information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record While irradiating the record procedure which irradiates said information light and said reference beam for record at said information recording layer, the procedure which generates the reference beam for playback, and said reference beam for playback to said information recording layer The optical information record playback approach characterized by having the playback procedure which collects the playback light generated from said information recording layer by irradiating the reference beam for playback, piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and the procedure of detecting said synthetic light.

[Claim 28] It is the optical information record playback approach according to claim 27 characterized by performing exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of said information recording layer so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle.

[Claim 29] The procedure which the procedure which generates said reference beam for record generates the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, and generates said reference beam for playback is the optical information record playback approach according to claim 27 or 28 characterized by generating the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[Claim 30] The procedure which generates said information light is the optical information record playback approach according to claim 29 characterized by modulating the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical information record regenerative apparatus and approach of reproducing information from an optical information record medium while recording information on an optical information record medium using the optical information regenerative apparatus which reproduces information from an optical information record medium using the optical information recording device which records information on an optical information record medium using holography and an approach, and holography, an approach, and holography.

[0002]

[Description of the Prior Art] Holographic record which records information on a record medium using holography is performed by writing the interference pattern which can generally do light with image information, and a reference beam superposition and then inside a record medium in a record medium. At the time of playback of the recorded information, image information is reproduced by irradiating a reference beam at the record medium by the diffraction by the interference pattern.

[0003] In recent years, for super-high density optical recording, volume holography, especially digital volume holography are developed in a practical use region, and attract attention. Volume holography is a method with which it utilizes positively and the thickness direction of a record medium also writes in an interference pattern in three dimension, diffraction efficiency is raised by increasing thickness and there is the description that increase of storage capacity can be aimed at using multiplex record. And with digital volume holography, although volume holography, the same record medium, and a recording method are used, the image information to record is the computer-oriented holographic recording method limited to the digital pattern made binary. In this digital volume holography, it once digitizes, and develops to two-dimensional digital pattern information, and image information like an analog--, for example picture also records this as image information. At the time of playback, it is reading and decoding this digital pattern information, and it is returned and displayed on the original image information. It becomes possible to reproduce the information on original very faithfully by performing differential detection, or coding binary-ized data and performing an error correction by this, at the time of playback, even if the S/N (it is hereafter described as an SN ratio.) is somewhat bad.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, by the conventional optical information record playback approach of performing informational record and playback using holography, based on the information which it is going to record, luminous intensity is modulated spatially, information light is generated, and information is recorded by recording the interference pattern of this information light and the reference beam for record on a record medium. Thus, in case the recorded information is reproduced, the reference beam for playback is irradiated at a record medium. And this reference beam for playback is diffracted with an interference pattern, and the playback light corresponding to information light is generated. This playback light is the light by which luminous intensity was modulated spatially like information light.

[0005] By the way, by the conventional optical information record playback approach, after carrying out incidence also of the reference beam for playback to the photodetector which detects playback light, there was a trouble that the SN ratio of playback information deteriorated. Therefore, by the

conventional optical information record playback approach, at the time of record, incidence of information light and the reference beam for record is carried out to a record medium in many cases so that playback light and the reference beam for playback can be spatially separated at the time of playback, and a predetermined include angle may be made mutually. In order that the playback light which this generates at the time of playback may progress in the direction which makes a predetermined include angle to the reference beam for playback, it becomes possible to separate playback light and the reference beam for playback spatially.

[0006] However, when incidence of information light and the reference beam for record is carried out to a record medium so that a predetermined include angle may be made mutually, and it is made to separate playback light and the reference beam for playback spatially as mentioned above at the time of playback at the time of record, there is a trouble that the optical system for record playback is enlarged.

[0007] It is in offering the optical information recording device can constitute the optical system for record or playback small by having made this invention in view of this trouble while the purpose performs informational record or playback using holography, and it enabled it to raise the SN ratio of playback information and an approach, an optical information regenerative apparatus, an approach, an optical information record regenerative apparatus, and an approach.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The optical information recording device of this invention is an optical information recording device for recording information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography. An information light generation means to generate information light by modulating the phase of light spatially based on the information to record, So that information may be recorded on a reference beam generation means for record to generate the reference beam for record, and an information recording layer, with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record It has the record optical system which irradiates the information light generated by the information light generation means, and the reference beam for record generated by the reference beam generation means for record at an information recording layer.

[0009] In the optical information recording device of this invention, information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record.

[0010] In the optical information recording device of this invention, record optical system may perform the exposure of information light and the reference beam for record from the same field side of an information recording layer so that information light and the reference beam for record may be arranged in same axle.

[0011] Moreover, in the optical information recording device of this invention, an information light generation means may set the phase of the light after a modulation as either of two values, and may set it as either of three or more values.

[0012] Moreover, in the optical information recording device of this invention, the reference beam generation means for record may generate the reference beam for record by which the phase was modulated spatially. In this case, you may make it an information light generation means modulate the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[0013] Moreover, further, the optical information recording device of this invention could contain an information light generation means, the reference beam generation means for record, and record optical system, and may be equipped with the surfacing mold head body which surfaces from an optical information record medium.

[0014] The optical information record approach of this invention is the optical information record approach which records information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography. The procedure which generates information light by modulating the phase of light spatially based on the information to record, It has the procedure which generates the reference beam for record, and the record procedure which irradiates information light and the reference beam for record at an



information recording layer so that information may be recorded on an information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record.

[0015] By the optical information record approach of this invention, information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record.

[0016] In the optical information record approach of this invention, a record procedure may perform the exposure of information light and the reference beam for record from the same field side of an information recording layer so that information light and the reference beam for record may be arranged in same axle.

[0017] Moreover, in the optical information record approach of this invention, the procedure which generates information light may set the phase of the light after a modulation as either of two values, and may set it as either of three or more values.

[0018] Moreover, in the optical information record approach of this invention, the procedure which generates the reference beam for record may generate the reference beam for record by which the phase was modulated spatially. In this case, you may make it the procedure which generates information light modulate the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[0019] The optical information regenerative apparatus of this invention from the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information was recorded with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record While irradiating the reference beam for playback generated by reference beam generation means for playback to be an optical information regenerative apparatus for reproducing information, and to generate the reference beam for playback, and the reference beam generation means for playback to an information recording layer using holography By irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from an information recording layer is collected, and it has the playback optical system which piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and a detection means to detect a synthetic light generated by playback optical system.

[0020] In the optical information regenerative apparatus of this invention, the reference beam for playback is irradiated to the information recording layer of an optical information record medium, and, thereby, playback light is generated from an information recording layer. This playback light is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the recorded information. This playback light and the reference beam for playback pile up, and a synthetic light is generated. This synthetic light is the light by which reinforcement was spatially modulated corresponding to the recorded information. Information is reproduced by detecting this synthetic light.

[0021] In the optical information regenerative apparatus of this invention, playback optical system may perform exposure of the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of an information recording layer so that the reference beam for playback and playback light may be arranged in same axle.

[0022] Moreover, in the optical information regenerative apparatus of this invention, the reference beam generation means for playback may generate the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[0023] Moreover, further, the optical information regenerative apparatus of this invention could contain the reference beam generation means for playback, record playback optical system, and a detection means, and may be equipped with the surfacing mold head body which surfaces from an optical information record medium.

[0024] The optical information playback approach of this invention from the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information was recorded with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for

record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record While being the optical information playback approach which reproduces information and irradiating the procedure which generates the reference beam for playback, and the reference beam for playback to an information recording layer using holography By irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from an information recording layer is collected, and it has the playback procedure which piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and the procedure of detecting a synthetic light.

[0025] By the optical information playback approach of this invention, the reference beam for playback is irradiated to the information recording layer of an optical information record medium, and, thereby, playback light is generated from an information recording layer. This playback light is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the recorded information. This playback light and the reference beam for playback pile up, and a synthetic light is generated. This synthetic light is the light by which reinforcement was spatially modulated corresponding to the recorded information. Information is reproduced by detecting this synthetic light.

[0026] In the optical information playback approach of this invention, a playback procedure may perform exposure of the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of an information recording layer so that the reference beam for playback and playback light may be arranged in same axle.

[0027] Moreover, in the optical information playback approach of this invention, the procedure which generates the reference beam for playback may generate the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[0028] While the optical information record regenerative apparatus of this invention records information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography An information light generation means to be an optical information record regenerative apparatus for reproducing information from an optical information record medium, and to generate information light by modulating the phase of light spatially based on the information to record, At the time of a reference beam generation means for record to generate the reference beam for record, a reference beam generation means for playback to generate the reference beam for playback, and informational record So that information may be recorded on an information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record The information light generated by the information light generation means and the reference beam for record generated by the reference beam generation means for record are irradiated at an information recording layer. At the time of informational playback While irradiating the reference beam for playback generated by the reference beam generation means for playback to an information recording layer By irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from an information recording layer is collected, and it has the record playback optical system which piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and a detection means to detect a synthetic light generated by record playback optical system.

[0029] In the optical information record regenerative apparatus of this invention, information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record. Moreover, at the time of informational playback, the reference beam for playback is irradiated to the information recording layer of an optical information record medium, and, thereby, playback light is generated from an information recording layer. This playback light is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the recorded information. This playback light and the reference beam for playback pile up, and a synthetic light is generated. This synthetic light is the light by which reinforcement was spatially modulated corresponding to the recorded information. Information is reproduced by detecting this synthetic light.

[0030] In the optical information record regenerative apparatus of this invention, record playback optical system may perform exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of an

information recording layer so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle. In this case, an information light generation means, the reference beam generation means for record, and the reference beam generation means for playback The polarization direction generates the same information light of the linearly polarized light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, respectively. Record playback optical system While changing information light and the reference beam for record into the circular polarization of light from the 1st linearly polarized light and irradiating to an information recording layer By the quadrant wavelength plate which changes the playback light generated from an information recording layer into the 2nd linearly polarized light the linearly polarized light and the polarization direction cross at right angles to the 1st linearly polarized light from the circular polarization of light, and the difference in the polarization direction You may have the polarization separation optical element which separates the optical path of the information light before passing a quadrant wavelength plate, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and the optical path of the return light from the optical information record medium of Ushiro who passed the quadrant wavelength plate.

[0031] Moreover, in the optical information record regenerative apparatus of this invention, the reference beam generation means for record may generate the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, and the reference beam generation means for playback may generate the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially. In this case, you may make it an information light generation means modulate the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[0032] Moreover, further, the optical information record regenerative apparatus of this invention could contain an information light generation means, the reference beam generation means for record, the reference beam generation means for playback, record playback optical system, and a detection means, and may be equipped with the surfacing mold head body which surfaces from an optical information record medium.

[0033] While the optical information record playback approach of this invention records information to the optical information record medium equipped with the information recording layer on which information is recorded using holography The procedure which generates information light by modulating the phase of light spatially based on the information which is the optical information record playback approach which reproduces information, and is recorded from an optical information record medium, So that information may be recorded on the procedure which generates the reference beam for record, and an information recording layer with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record While irradiating the record procedure which irradiates information light and the reference beam for record at an information recording layer, the procedure which generates the reference beam for playback, and the reference beam for playback to an information recording layer By irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from an information recording layer is collected, and it has the playback procedure which piles up this playback light and the reference beam for playback, and generates a synthetic light, and the procedure of detecting a synthetic light.

[0034] By the optical information record playback approach of this invention, information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record. Moreover, at the time of informational playback, the reference beam for playback is irradiated to the information recording layer of an optical information record medium, and, thereby, playback light is generated from an information recording layer. This playback light is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the recorded information. This playback light and the reference beam for playback pile up, and a synthetic light is generated. This synthetic light is the light by which reinforcement was spatially modulated corresponding to the recorded information. Information is reproduced by detecting this synthetic light.

[0035] In the optical information record playback approach of this invention, exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback and collection

of playback light may be performed from the same field side of an information recording layer so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle.

[0036] Moreover, in the optical information record playback approach of this invention, the procedure which generates the reference beam for record generates the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, and generates the reference beam for playback may generate the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially. In this case, you may make it the procedure which generates information light modulate the phase of light spatially according to the modulation pattern of the phase determined based on the information and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record to record.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[Gestalt of the 1st operation] drawing 1 is the explanatory view showing the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[0038] With reference to introduction and drawing 1, the configuration of the optical information record medium used in the gestalt of this operation is explained. As for the close outgoing radiation side of the light in the disc-like transparence substrate 2 formed of the polycarbonate etc., and this transparence substrate 2, the optical information record medium 1 in the gestalt of this operation equips the opposite side with the information recording layer 3 arranged sequentially from the transparence substrate 2, the air gap layer 4, and the reflective film 5. The information recording layer 3 is a layer on which information is recorded using holography, and when light is irradiated, it is formed with the hologram ingredient from which optical properties, such as a refractive index, a dielectric constant, and a reflection factor, change according to luminous intensity. as a hologram ingredient -- for example, the E. I. du Pont de Nemours & Co. (Dupont) make -- photopolymer (photopolymers) HRF-600 (product name) and an application -- squirrel (Aprils) company make -- photopolymer ULSH-500 (product name) etc. is used. The reflective film 5 is formed of aluminum. In addition, you may make it the information recording layer 3 and the reflective film 5 adjoin in the optical information record medium 1, without forming the air gap layer 4.

[0039] Next, the optical information record approach concerning the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, i.e., the gestalt of this operation, is explained. With the gestalt of this operation, information light and the reference beam for record are generated, and information light and the reference beam for record are irradiated at the information recording layer 3 of the optical information record medium 1 so that information may be recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Information light is generated by modulating the phase of light spatially based on the information to record.

[0040] Hereafter, with reference to drawing 1, the optical information record approach concerning the gestalt of this operation is explained in detail. In addition, drawing 1 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. In the record playback optical system in this example, the objective lens 11 which counters the transparence substrate 2 side of the optical information record medium 1, and the optical information record medium 1 in this objective lens 11 have the beam splitter 12 and the phase space optical modulator 13 which were arranged in the opposite side sequentially from the objective lens 11 side. The beam splitter 12 has semi-reflection surface 12a to which the 45 degrees of the direction of a normal were leaned to the direction of an optical axis of an objective lens 11. The record playback optical system shown in drawing 1 has further the photodetector 14 with which the return light from the optical information record medium 1 has been arranged in the direction reflected by semi-reflection surface 12a of a beam splitter 12. The phase space optical modulator 13 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now spatially by choosing the phase of outgoing radiation light for every pixel. Moreover, a photodetector 14 has the pixel of a large number arranged in the shape

of a grid, and can detect now the luminous intensity which received light for every pixel.

[0041] In the example shown in drawing 1, the phase space optical modulator 13 generates information light and the reference beam for record. Incidence of the parallel light fixed [ a phase and reinforcement ] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. At the time of informational record, when the phase space optical modulator 13 chooses the phase of outgoing radiation light for every pixel in field 13A of one one half based on the information to record, the phase of light is modulated spatially, information light is generated, in field 13B of the one half of another side, the phase of outgoing radiation light is made the same about all pixels, and the reference beam for record is generated.

[0042] By field 13A, as for the phase space optical modulator 13, the phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to  $+\pi/2$  (rad) the phase of the light after a modulation for every pixel - It is set as either of the 2nd phase used as  $\pi/2$  (rad). The phase contrast of the 1st phase and the 2nd phase is  $\pi$  (rad). In addition, the phase space optical modulator 13 may set the phase of the light after a modulation as either of three or more values for every pixel in field 13A. Moreover, the phase space optical modulator 13 makes the phase of the outgoing radiation light of all pixels the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to  $+\pi/2$  (rad) in field 13B. In addition, in field 13B, the phase space optical modulator 13 is good also considering the phase of the outgoing radiation light of all pixels as the 2nd phase, and good also as a different fixed phase from both the 1st phase and the 2nd phase.

[0043] In drawing 1, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before the optical information record medium 1 irradiates, and the return light from the optical information record medium 1 reflected by semi-reflection surface 12a of a beam splitter 12 are shown. In addition, the 1st phase is expressed with a notation "+" and the notation "-" expresses the 2nd phase in drawing 1. Moreover, strong maximum is expressed with "1" and the strong minimum value "0" expresses in drawing 1.

[0044] In the example shown in drawing 1, incidence of the parallel light 21 fixed [ a phase and reinforcement ] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13 at the time of informational record. Based on the information to record, a phase is modulated spatially and the light which passed field 13A among the light which carried out incidence to the phase space optical modulator 13 is set to information light 22A. In addition, in information light 22A, reinforcement falls locally in the boundary part of the pixel of the 1st phase, and the pixel of the 2nd phase. A phase is not modulated spatially but the light which passed field 13B on the other hand among the light which carried out incidence to the phase space optical modulator 13 is set to reference beam 22B for record. Incidence of these information light 22A and the reference beam 22B for record is carried out to a beam splitter 12, they turn into information light 23A and reference beam 23B for record to converge which a part passes semi-reflection surface 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and information light 23A and reference beam 23B for record are reflected by the reflective film 5. Information light 24A of Ushiro reflected by the reflective film 5 and reference beam 24B for record become the light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again.

[0045] In the information recording layer 3, while information light 23A before being reflected by the reflective film 5, and reference beam 24B for record of Ushiro reflected by the reflective film 5 interfere and forming an interference pattern, reference beam 23B for record before being reflected by Ushiro's information light 24A and the reflective film 5 which were reflected by the reflective film 5 interferes, and an interference pattern is formed. And these interference patterns are recorded in volume in the information recording layer 3.

[0046] Outgoing radiation of information light 24A of Ushiro reflected by the reflective film 5 and the reference beam 24B for record is carried out from the optical information record medium 1, and they turn into information light 25A of parallel light, and reference beam 25B for record with an objective lens 11. Incidence of such light 25A and 25B is carried out to a beam splitter 12, a part is

reflected by semi-reflection surface 12a, and they is received by the photodetector 14.

[0047] Next, the optical information playback approach concerning the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, i.e., the gestalt of this operation, is explained. With the gestalt of this operation, while generating the reference beam for playback and irradiating this reference beam for playback to the information recording layer 3 of the optical information record medium 1, by irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from the information recording layer 3 is collected, this playback light and the reference beam for playback are piled up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is detected.

[0048] Hereafter, with reference to drawing 2, the optical information playback approach concerning the gestalt of this operation is explained in detail. Drawing 2 is the explanatory view showing the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. In addition, drawing 2 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation like drawing 1.

[0049] Moreover, in drawing 2, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before the optical information record medium 1 irradiates, and the return light from the optical information record medium 1 reflected by semi-reflection surface 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase in drawing 2 and reinforcement is the same as that of drawing 1.

[0050] In the example shown in drawing 2, incidence of the parallel light 31 fixed [ a phase and reinforcement ] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13 at the time of informational playback. In the time of informational playback, about all pixels, the phase space optical modulator 13 makes the phase of outgoing radiation light the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to  $+\pi/2$  (rad), and generates the reference beam 32 for playback. Incidence of this reference beam 32 for playback is carried out to a beam splitter 12, it turns into the reference beam 33 for playback which a part passes semi-reflection surface 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and is irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and the reference beam 33 for playback is reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again.

[0051] In the information recording layer 3, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by the reference beam for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 occurs by the reference beam 33 for playback before being reflected by the reflective film 5. In the reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than the optical information record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from the optical information record medium 1.

[0052] Thus, at the time of playback, the return light 34 from the optical information record medium 1 becomes a thing containing the reference beam for playback of Ushiro reflected by playback light and the reflective film 5. It carries out incidence to a beam splitter 12, return light 34 being used as the return light 35 of parallel light with an objective lens 11, and a part is reflected by semi-reflection surface 12a, and it is received by the photodetector 14. The return light 35 which carries out incidence to a photodetector 14 contains the reference beam 37 for playback of Ushiro reflected by the playback light 36 and the reflective film 5. The playback light 36 is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the information recorded on the information recording layer 3. By drawing 2, for convenience, the playback light 36 and the reference beam 37 for playback are divided, and a phase and reinforcement are shown about each. However, in fact, the playback light 36 and the reference beam 37 for playback pile up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is received by the photodetector 14. A synthetic light turns into light by which

reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. Therefore, by the photodetector 14, the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity is detected, and, thereby, information is reproduced.

[0053] As shown in drawing 1 and drawing 2, with the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback and collection of playback light are performed from the same field side of the information recording layer 3 so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle. In addition, in drawing 1, although a cross section serves as a hemicycle-like light beam, since these constitute by one half of a light beam with a circular cross section, information light 23A and reference beam 23B for record which are irradiated by the information recording layer 3 are same axle-like.

[0054] Here, with reference to drawing 3, the above-mentioned playback light 36, the reference beam 37 for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 3, in the phase of the playback light 36, and (c), the reinforcement of the reference beam 37 for playback and (d) express the phase of the reference beam 37 for playback, and (e) expresses [ (a) / the reinforcement of the playback light 36, and (b) ] synthetic luminous intensity. As for drawing 3, the phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a criteria phase is set to  $+\pi/2$  (rad) the phase for every pixel of information light - The example of an about is shown when it is set as either of the 2nd phase used as  $\pi/2$  (rad). Therefore, in the example shown in drawing 3, the phase for every pixel of the playback light 36 turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light. Moreover, all the phases for every pixel of the reference beam 37 for playback are the 1st phase. If the reinforcement of the playback light 36 and the reinforcement of the reference beam 37 for playback were equal, as it was shown in drawing 3 (e), here by the pixel from which the phase of the playback light 36 turns into the 1st phase In the pixel from which synthetic luminous intensity becomes larger than the reinforcement of the playback light 36, and the reinforcement of the reference beam 37 for playback, and the phase of the playback light 36 turns into the 2nd phase, synthetic luminous intensity serves as zero theoretically.

[0055] Next, the relation between the phase of playback light and synthetic luminous intensity is explained in detail including the case where the phase of the case where the phase of information light is set as either of two values at the time of record, and information light is set as either of three or more values.

[0056] A synthetic light piles up two light waves called playback light and the reference beam for playback. Therefore, when both the amplitude of playback light and the amplitude of the reference beam for playback are set to  $a_0$  and phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to  $\delta$ , synthetic luminous-intensity  $I$  is expressed with the following formula (1).

[0057]

$$I = 2a_0^2 + 2a_0^2 \cos \delta = 2a_0^2 (1 + \cos \delta) \\ = 4a_0^2 \cos^2 (\delta/2) \quad \text{-- (1)}$$

[0058] Without the phase of the reference beam for playback depending on a pixel, since it is fixed, an upper type shows that synthetic luminous-intensity  $I$  changes according to the phase of playback light. Moreover, it is from  $+\pi/2$  (rad) about the phase of information light. - By  $\pi/2$  (rad) of within the limits, if it is set as either of the  $n$  ( $n$  is two or more integers) values, synthetic luminous-intensity  $I$  will also become either of the  $n$  values.

[0059] Thus, by the optical information record approach concerning the gestalt of this operation, the information recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record is reproducible by detecting the two-dimensional pattern of the synthetic luminous intensity which piles up with playback light and the reference beam for playback, and is generated.

[0060] Next, the configuration of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained. In addition, the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation contains the optical information recording device concerning the gestalt of this operation, and the optical information regenerative apparatus



concerning the gestalt of this operation.

[0061] Drawing 4 is the sectional view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. As shown in drawing 4, with the gestalt of this operation, the optical information record medium 1 which has positioning information is used. That is, in the optical information record medium 1 in the gestalt of this operation, as shown in drawing 4, two or more address servo area 6 which extends in radial at a line is established in the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5 at intervals of the predetermined include angle. The section of the sector between the adjacent address servo area 6 is a data area 7.

Information and address information for a sample DOSABO method to perform a tracking servo are beforehand recorded on the address servo area 6 by the embossing pit etc. In addition, although mentioned later, a focus servo does not carry out with the gestalt of this operation.

[0062] As shown in drawing 4, the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is equipped with the optical head 40 arranged so that the transparence substrate 2 of the optical information record medium 1 may be countered. This optical head 40 contains each element mentioned later, and has the surfacing mold head body 41 which surfaces from the optical information record medium 1. While semiconductor laser 43 is being fixed through susceptor 42, the phase space optical modulator 44 and photodetector 45 of a reflective mold are being fixed to the pars basilaris ossis occipitalis within this head body 41. The micro-lens array 46 is attached in the light-receiving side of a photodetector 45. Moreover, the prism block 48 is established above the phase space optical modulator 44 and the photodetector 45 in the head body 41. The collimator lens 47 is formed near the edge by the side of the semiconductor laser 43 of the prism block 48. Moreover, opening is formed in the field which counters the optical information record medium 1 of the head body 41, and the objective lens 50 is formed in this opening. The quadrant wavelength plate 49 is formed between this objective lens 50 and the prism block 48.

[0063] The phase space optical modulator 44 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now spatially by setting the phase of outgoing radiation light as either of two values from which only  $\pi$  (rad) differs mutually for every pixel. The phase space optical modulator 44 rotates the 90 degrees of the polarization directions of outgoing radiation light to the polarization direction of incident light further.

[0064] A photodetector 45 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can detect now the luminous intensity which received light for every pixel. Moreover, the micro-lens array 46 has two or more micro lenses arranged in the location which counters the light-receiving side of each pixel of a photodetector 45.

[0065] As a photodetector 45, a CCD mold solid state image sensor and an MOS mold solid state image sensor can be used. Moreover, an MOS mold solid state image sensor and a digital disposal circuit may use the smart photosensor (for example, refer to reference "O plus E, September, 1996, and No.202 and the 93-99th page".) accumulated on 1 chip as a photodetector 45. This smart photosensor has a large transfer rate, and since it has a high-speed calculation function, it becomes possible [ high-speed playback being attained, for example, reproducing at the transfer rate of G bit-per-second order ] by using this smart photosensor.

[0066] The prism block 48 has polarization beam splitter side 48a and reflector 48b. Polarization beam splitter side 48a is arranged among polarization beam splitter side 48a and reflector 48b at collimator lens 47 approach. The 45 degrees of the direction of a normal are both leaned to the direction of an optical axis of a collimator lens 47, and polarization beam splitter side 48a and reflector 48b are arranged in parallel mutually.

[0067] The phase space optical modulator 44 is arranged in the location of the lower part of polarization beam splitter side 48a, and the photodetector 45 is arranged in the location of the lower part of reflector 48b. Moreover, the quadrant wavelength plate 49 and the objective lens 50 are arranged in the upper location of polarization beam splitter side 48a. In addition, a collimator lens 47 and an objective lens 50 may be hologram lenses.

[0068] The prism block 48 corresponds to the polarization separation optical element in this invention. That is, polarization beam splitter side 48a of the prism block 48 separates the optical path of the information light before passing the quadrant wavelength plate 49, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and the optical path of the return light from the optical



information record medium 1 of Ushiro who passed the quadrant wavelength plate 49 by the difference in the polarization direction so that it may explain in detail later.

[0069] Drawing 5 is the perspective view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. As shown in drawing 5, the surfacing mold head body 41 has the two rail sections 51 prepared so that it might project in the field which counters the optical information record medium 1. The field by the side of the optical information record medium 1 of the rail section 51 is an air bearing side. Near the edge by the side of airstream close [ in the rail section 51 ], the taper section 52 formed by the edge side so that it might separate from the optical information record medium 1 is formed. The head body 41 surfaces from the optical information record medium 1 with the air which flows from the taper section 52, forming a minute opening between an air bearing side and the optical information record medium 1. The objective lens 50 is arranged between the two rail sections 51. The magnitude of the opening between the air bearing sides and the optical information record media 1 at the time of surfacing of the head body 41 is about 0.05 micrometers, and is stable. Therefore, with the optical head 40 in the gestalt of this operation, since the distance between an objective lens 50 and the optical information record medium 1 is kept almost constant at the time of surfacing of the head body 41, the focus servo is unnecessary.

[0070] Drawing 6 is the top view showing the appearance of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. As shown in drawing 6, the optical information record regenerative apparatus is equipped with the spindle 54 with which the optical information record medium 1 is attached, and the spindle motor which is made to rotate this spindle 54 and which is not illustrated. The optical information record regenerative apparatus is further equipped with the carriage 55 which a point moves in the truck crossing direction of the optical information record medium 1, and the voice coil motor 56 which drives this carriage 55. The optical head 40 is attached in the point of carriage 55. In an optical information record regenerative apparatus, the optical head 40 is moved in the truck crossing direction of the optical information record medium 1 by carriage 55 and the voice coil motor 56, and modification of a truck and a tracking servo are performed by them.

[0071] Next, an operation of the optical head 40 at the time of informational record is explained. Semiconductor laser 43 carries out outgoing radiation of the light of coherent S polarization. In addition, S polarization is the linearly polarized light with the polarization direction perpendicular to plane of incidence ( drawing 4 space to kick), and P polarization mentioned later is the linearly polarized light with the polarization direction parallel to plane of incidence.

[0072] The laser beam of S polarization by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 43 is made into parallel light, and carries out incidence to polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, it is reflected by the collimator lens 47 by this polarization beam splitter side 48a, and incidence of it is carried out to the phase space optical modulator 44 by it. The outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into information light by which the phase of light was modulated spatially in the field of one one half based on the information to record, and the phase of outgoing radiation light serves as the same reference beam for record about all pixels in the field of the one half of another side. Moreover, the 90 degrees of the polarization directions rotate and the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into light of P polarization.

[0073] Since the information light and the reference beam for record which are the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 are P polarization, they penetrate polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, pass the quadrant wavelength plate 49, and turn into light of the circular polarization of light. It is condensed with an objective lens 50 and this information light and the reference beam for record are irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and this information light and the reference beam for record are reflected by the reflective film 5. Information light and reference beam for record of Ushiro reflected by the reflective film 5 turn into light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again. If the output of semiconductor laser 43 is set as the high power for record, as explained with reference to drawing 1, the interference pattern by

interference with information light and the reference beam for record will be recorded on the information recording layer 3.

[0074] With an objective lens 50, return light from the optical information record medium 1 is made into parallel light, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of S polarization. It is reflected by polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, and is further reflected by reflector 48b, and incidence of this return light is carried out to a photodetector 45 through the micro-lens array 46.

[0075] In addition, in the period by which the light beam from an objective lens 50 passes through the address servo area 6 of the optical information record medium 1 at the time of informational record, while the output of semiconductor laser 43 is set as the low-power output for playback, the phase space optical modulator 44 carries out outgoing radiation of the light with the same phase about all pixels, without modulating the phase of light. Based on the output of the photodetector 45 at this time, address information and tracking error information can be acquired.

[0076] Next, an operation of the optical head 40 at the time of informational playback is explained. At the time of informational playback, the output of semiconductor laser 43 is set as the low-power output for playback. The laser beam of S polarization by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 43 is made into parallel light, and carries out incidence to polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, it is reflected by the collimator lens 47 by this polarization beam splitter side 48a, and incidence of it is carried out to the phase space optical modulator 44 by it. The outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into a reference beam for playback with the same phase of outgoing radiation light about all pixels. Moreover, the 90 degrees of the polarization directions rotate and the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into light of P polarization.

[0077] Since the reference beam for playback which is the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 is P polarization, it penetrates polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of the circular polarization of light. It is condensed with an objective lens 50 and this reference beam for playback is irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and this reference beam for playback is reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again. As explained with reference to drawing 2, playback light is generated from the information recording layer 3 by the reference beam for playback.

[0078] The return light from the optical information record medium 1 contains playback light and the reference beam for playback. With an objective lens 50, this return light is made into parallel light, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of S polarization. It is reflected by polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, and is further reflected by reflector 48b, and incidence of this return light is carried out to a photodetector 45 through the micro-lens array 46. Based on the output of this photodetector 45, the information recorded on the optical information record medium 1 is reproducible.

[0079] In addition, the light beam from an objective lens 50 can acquire address information and tracking error information based on the output of a photodetector 45 in the period which passes through the address servo area 6 of the optical information record medium 1 at the time of informational playback.

[0080] Next, with reference to drawing 7 and drawing 8, an example of the generation method of tracking error information and the approach of a tracking servo in the gestalt of this operation is explained. In this example, as positioning information used for a tracking servo, as shown in drawing 7 (a), two pit 81A, one pit 81B, and one pit 81C are formed in the address servo area 6 of the optical information record medium 1 sequentially from the near side of the travelling direction of a light beam 82 along the truck 80. Two pit 81A is arranged across the truck 80 in the symmetric position in the location shown with Sign A in drawing 7. Pit 81B is arranged in the location which shifted to one side to the truck 80 in the location shown with Sign B in drawing 7. Pit 81C is arranged in the location shown with Sign C in drawing 7 in the location which shifted from pit 81B to the opposite

side to the truck 80.

[0081] As shown in drawing 7 (a), when a light beam 82 advances a truck 80 top correctly, the total light income of the photodetector 45 at the time of a light beam 82 passing through each locations A, B, and C came to be shown in drawing 7 (b). That is, the light income at the time of location A passage is the largest, and the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage become it is equal and smaller than the light income at the time of location A passage mutually.

[0082] On the other hand, as shown in drawing 8 (a), when a light beam 82 shifts to pit 81C approach and advances to a truck 80, the total light income of the photodetector 45 at the time of a light beam 82 passing through each locations A, B, and C came to be shown in drawing 8 (b). That is, the light income at the time of location A passage is the largest, then the light income at the time of location C passage is large, and the light income at the time of location B passage becomes the smallest. The absolute value of the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage becomes so large that the amount of gaps from the truck 80 of a light beam 82 becomes large.

[0083] In addition, although not illustrated, when a light beam 82 shifts to pit 81B approach and advances to a truck 80, the light income at the time of location A passage is the largest, then the light income at the time of location B passage is large, and the light income at the time of location C passage becomes the smallest. The absolute value of the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage becomes so large that the amount of gaps from the truck 80 of a light beam 82 becomes large.

[0084] The difference of the light income at the above thing to the time of location B passage and the light income at the time of location C passage shows the direction and magnitude of a gap of the light beam 82 to a truck 80. Therefore, the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage can be made into a tracking error signal. Pit 81A becomes the criteria of the timing which detects the light income at the time of location B passage, and the light income at the time of location C passage.

[0085] As the tracking servo in this example is the following, specifically, it is performed. First, the timing to which the total light income of a photodetector 45 reaches a peak first, i.e., the timing at the time of location A passage, is detected. Next, the timing at the time of location B passage and the timing at the time of location C passage are predicted on the basis of the timing at the time of location A passage. Next, the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage are detected to each predicted timing. Finally, the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage is detected, and this is made into a tracking error signal. And a voice coil motor 56 drives based on a tracking error signal, and a tracking servo is performed so that a light beam 82 may always follow a truck 80. In addition, in case a light beam 82 passes a data area 7, a tracking servo is not performed but the condition at the time of the last address servo area 6 passage is held.

[0086] In addition, for example, not only the above-mentioned approach but the push pull method may be used for the generation method of tracking error information and the approach of a tracking servo in the gestalt of this operation. In this case, the pit train of the single tier which met in the direction of a truck is formed in the address servo area 6 as positioning information used for a tracking servo, change of the configuration of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 is detected, and tracking error information is generated.

[0087] Next, with reference to drawing 9 and drawing 10, an example of the configuration of the phase space optical modulator 44 in the gestalt of this operation is explained. The phase space optical modulator 44 in this example uses the magneto-optical effect. The sectional view and drawing 10 which show the important section of the phase space optical modulator [ in / in drawing 9 / this example ] 44 are the explanatory view showing the phase space optical modulator 44 in this example, and its circumference circuit.

[0088] As shown in drawing 9 and drawing 10, the phase space optical modulator 44 in this example It consists of an optical magnetic adjuster and the direction of magnetization is set up independently, respectively. According to the magneto-optical effect The magnetization setting layer 111 containing two or more pixels which give rotation of the polarization direction according to the

direction of magnetization to the light which carries out incidence, The thin film coil 112 as two or more field generating components which generates the field for being prepared so that it may correspond for every pixel of this magnetization setting layer 111, and setting up the direction of the magnetization in each pixel independently, It was prepared between the magnetization setting layer 111 and the thin film coil 112, and has the reflecting layer 113 which reflects light.

[0089] Domain-wall-displacement suppression section 111b which inhibits migration of a magnetic domain wall is prepared in the boundary location of the pixel which adjoins the magnetization setting layer 111. A projection as shown in drawing 9 is sufficient as domain-wall-displacement suppression section 111b.

[0090] Setting to drawing 9 and drawing 10, a sign 111a0 shows the pixel (henceforth the pixel of OFF) of facing down [ magnetization ], and the sign 111a1 shows the pixel (henceforth the pixel of ON) of facing up [ magnetization ].

[0091] Drawing 11 is the top view of the thin film coil 112. In drawing 11, sign 111A expresses the 1-pixel field.

[0092] In drawing 9 and drawing 10, the field of the magnetization setting layer 111 top is the field as for which light carries out incidence. The magnetization setting layer 111 has translucency to the light used at least. Through the reflecting layer 113, with the field as for which the light in the magnetization setting layer 111 carries out incidence, the thin film coil 112 is arranged so that the field of the opposite side may be adjoined.

[0093] The reflecting layer 113 has conductivity. One edge of each thin film coil 112, for example, an inside edge, is connected to the reflecting layer 113. The terminal 114 is connected to the other-end section of each thin film coil 112, for example, an outside edge, respectively. The reflecting layer 113 serves as one side of the two tracks for energizing in the thin film coil 112. A terminal 114 constitutes another side of the two tracks for energizing in the thin film coil 112.

[0094] Further, the phase space optical modulator 44 consisted of soft magnetic materials, in the magnetization setting layer 111 in the thin film coil 112, has been arranged in the opposite side and equipped with the magnetic-path formation section 115 which forms a part of magnetic path 120 corresponding to the field generated by the thin film coil 112. The insulating layer 116 is formed in the perimeter of the thin film coil 112, a terminal 114, and the magnetic-path formation section 115.

[0095] Further, in the thin film coil 112 in the magnetization setting layer 111, the phase space optical modulator 44 consisted of soft magnetic materials, and it was formed so that the field of the opposite side might be adjoined, and it is equipped with the soft magnetism layer 117 which forms a part of other magnetic paths 120 corresponding to the field generated by the thin film coil 112. The soft magnetism layer 117 has translucency to the light used at least.

[0096] As shown in drawing 10, each thin film coil 112 is connected to the mechanical component 102 for energizing independently of each thin film coil 112 by wiring connected to a terminal 114, a reflecting layer 113, and these, respectively. A mechanical component 102 is the period of for example, nanosecond order, and supplies the current of the shape of a forward or negative pulse to the thin film coil 112. Moreover, a mechanical component 102 is controlled by the control section 103.

[0097] The magnetization setting layer 111 has the big coercive force  $H_c$  and  $-H_c$ . And if the negative field to which an absolute value exceeds  $H_c$  is impressed when magnetized in the forward direction, when the direction of magnetization is reversed and it is magnetized in the negative direction, if the forward field to which an absolute value exceeds  $H_c$  is impressed, the direction of magnetization will reverse the magnetization setting layer 111. The thin film coil 112 generates the forward or negative field to which an absolute value exceeds  $H_c$ . On the other hand, the coercive force of the soft magnetism layer 117 is very small, and the direction of magnetization reverses it easily by the small impression field in the soft magnetism layer 117. The property of the magnetic-path formation section 115 is the same as that of the soft magnetism layer 117.

[0098] Although what is necessary is just the optical magnetic adjuster which has the magneto-optical effect as an ingredient of the magnetization setting layer 111, it is desirable to use a magnetic garnet thin film or a 1-dimensional magnetism photograph nick crystal especially.

[0099] A rare earth iron system garnet thin film is one of typical things of a magnetic garnet thin film. As an approach of producing a magnetic garnet thin film, there is the approach of forming the

magnetic garnet thin film of a single crystal by liquid phase epitaxy (LPE law) or the spatter on substrates, such as a gadolinium gallium garnet (GGG), for example.

[0100] Drawing 12 is the explanatory view showing the structure of a 1-dimensional magnetism photograph nick crystal. This 1-dimensional magnetism photograph nick crystal 130 has the structure which formed dielectric multilayers in both-sides side of a magnetic layer 131. A rare earth iron garnet, a bismuth permutation rare earth iron garnet, etc. are used for the ingredient of a magnetic layer 131. Dielectric multilayers carry out the laminating of SiO<sub>2</sub> film 132 and the 2OTa<sub>5</sub> film 133 by turns, and are constituted. The period of the layer structure in the 1-dimensional magnetism photograph nick crystal 130 is the wavelength order of the light to be used. As this 1-dimensional magnetism photograph nick crystal 130, it becomes possible to acquire a big faraday's rotation angle.

[0101] In addition, the phase space optical modulator 44 in this example may form all components in a monolithic, may manufacture them, and after dividing into two or more parts and forming, it may manufacture them combining two or more parts. When dividing the phase space optical modulator 44 into two or more parts and forming it, you may divide into the part from the soft magnetism layer 117 to a reflecting layer 113, and other parts. Moreover, the component of the phase space optical modulator 44 in this example can manufacture all using a semi-conductor manufacture process.

[0102] Next, with reference to drawing 13, an operation of the phase space optical modulator 44 in this example is explained. In the phase space optical modulator 44 in this example, according to modulation information, alternatively, forward or negative pulse current is supplied to the thin film coil 112, consequently a field is independently impressed to each pixel of the magnetization setting layer 111 with the thin film coil 112. According to easy count, by supplying with a cusp value [ of about 40mA ] pulse current to the thin film coil 112, the core of the thin film coil 112 can be made to be able to generate the field of the shape of a pulse of 100Oe extent, and the magnetization in each pixel can be reversed by this field.

[0103] In each pixel, if the field of the direction of the magnetization till then and an opposite direction is impressed, the magnetic domain of magnetization of the same direction as an impression field will arise, and this magnetic domain will be expanded. Expansion of this magnetic domain will stop, if a magnetic domain wall reaches domain-wall-displacement suppression section 111b. Consequently, the one whole pixel serves as magnetization of the same direction as an impression field. Thus, the direction of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 is independently set up by impressing a field independently to each pixel of the magnetization setting layer 111 with the thin film coil 112.

[0104] The light which carried out incidence to the phase space optical modulator 44 from the soft magnetism layer 117 side passes the magnetization setting layer 111, after passing the soft magnetism layer 117. Rotation of the polarization direction according to the direction of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111, i.e., Faraday rotation, is given to the light which passes this magnetization setting layer 111 according to the Faraday effect. For example, the polarization direction of light where the polarization direction of light where magnetization passes the pixel 111a1 of upward ON will pass the downward pixel 111a0 with off magnetization supposing only +thetaF rotates - Only thetaF rotates.

[0105] It is reflected by the reflecting layer 113, and more nearly again than the phase space optical modulator 44, the light which passed the magnetization setting layer 111 passes the magnetization setting layer 111 and the soft magnetism layer 117, and outgoing radiation is carried out. Before reaching a reflecting layer 113, rotation of the polarization direction according to the direction of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 is given to the light which passes the magnetization setting layer 111 after being reflected by the reflecting layer 113 according to the Faraday effect like the time of passing the magnetization setting layer 111. Therefore, only +thetaF rotates as mentioned above and the polarization direction of the light which passes the off pixel 111a0 - Supposing only thetaF rotates, [ the polarization direction of the light which passes the pixel 111a1 of ON ] The polarization direction of the light by which passes the pixel 111a1 of ON twice both ways, and outgoing radiation is carried out from the phase space optical modulator 44 is the polarization direction of the light by which only +2thetaF rotates, passes the off pixel 111a0 twice both ways, and outgoing radiation is carried out from the phase space optical modulator 44. - Only

2thetaF rotates.

[0106] In the phase space optical modulator 44, in the magnetization setting layer 111, angle-of-rotation +2thetaF of the polarization direction of the light which passed the pixel 111a1 of ON twice both ways is made into 90 degrees, and -2thetaF is considered as angle of rotation of -90 degrees of the polarization direction of the light which passed the off pixel 111a0 twice both ways.

[0107] As shown in drawing 13, outgoing radiation is carried out to the phase space optical modulator 44 from semiconductor laser 43, and the light of S polarization reflected by polarization beam splitter side 48a of the prism block 48 carries out incidence to it. The magnetization setting layer 111 of the phase space optical modulator 44 is passed, and it is reflected by the reflecting layer 113, and again, this light passes the magnetization setting layer 111, and returns to the prism block 48. Here, by the 90 degrees of the polarization directions rotating and the light which passed the pixel 111a1 of ON twice both ways turning into light of P polarization, the -90 degrees of the polarization directions rotate, and the light which passed the pixel 111a0 of OFF twice both ways turns into light (it expresses with sign P' at drawing 13.) of P polarization. Therefore, all the return light from the phase space optical modulator 44 penetrates polarization beam splitter side 48a.

[0108] Although all the return light from the phase space optical modulator 44 is P polarization, as for the light which passed the pixel 111a1 of ON, only  $\pi$  (rad) differs in the phase from the light which passed the off pixel 111a0. Therefore, the phase space optical modulator 44 in this example can modulate the phase of light spatially by setting the phase of outgoing radiation light as either of two values from which only  $\pi$  (rad) differs mutually for every pixel while rotating the 90 degrees of the polarization directions of outgoing radiation light to the polarization direction of incident light.

[0109] In the phase space optical modulator 44 in this example, by setting up independently the direction of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 with the thin film coil 112, rotation of the polarization direction according to the direction of the magnetization in each pixel is given to the light which carries out incidence to the magnetization setting layer 111, and the light which carries out incidence to the magnetization setting layer 111 is modulated spatially. The change of the direction of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 can be performed in about several nanoseconds. And since the thin film coil 112 is formed for every pixel and it enables it to set up the direction of the magnetization in each pixel independently in the phase space optical modulator 44 in this example, it is possible to set the direction of the magnetization in all pixels as coincidence. Therefore, in the phase space optical modulator 44 in this example, it becomes possible to make the response time of the whole phase space optical modulator 44 into about several nanoseconds as well as the response time of a pixel unit, and it becomes possible to obtain a very big working speed.

[0110] Moreover, since the phase space optical modulator 44 in this example does not contain a fluid like liquid crystal while being easy structure without a mechanical drive part, it is reliable. Moreover, the phase space optical modulator 44 in this example is easy structure, and since it can mass-produce using a semi-conductor manufacture process, it can reduce a manufacturing cost.

[0111] Moreover, in the phase space optical modulator 44 in this example, since the reflecting layer 113 serves as one side of the two tracks for energizing in the thin film coil 112, structure can be simplified.

[0112] Moreover, in the phase space optical modulator 44 in this example, the condition of the ingredient in the pixel of the magnetization setting layer 111 and the condition of magnetization are made to homogeneity. Moreover, in the phase space optical modulator 44 in this example, since it is arranged so that the thin film coil 112 for changing the condition of a pixel may adjoin the field as for which the light in the magnetization setting layer 111 carries out incidence through a reflecting layer 113 to the field of the opposite side, the light by which the thin film coil 112 is modulated is not affected. According to the phase space optical modulator 44 in this example, from these things, it can prevent that outgoing radiation light becomes an ununiformity by causes other than modulation information.

[0113] Moreover, since a transparent electrode is not arranged in the phase space optical modulator 44 in this example at the path of light, there is no degradation of the property by dispersion of light, and it is advantageous to detailed-izing which is especially a pixel.

[0114] Moreover, since it was made to generate the field for setting up the direction of the

magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 with the thin film coil 112 according to the phase space optical modulator 44 in this example, the current for reversing the magnetization in a pixel can be made small.

[0115] Moreover, in the phase space optical modulator 44 in this example, since it has the soft magnetism layer 117 and the magnetic-path formation section 115 which form a part of magnetic path 120 corresponding to the field generated by the thin film coil 112, magnetic flux can be extracted effectively. Consequently, in the phase space optical modulator 44 in this example, the magnetomotive force generated by the thin film coil 112 can be effectively used for a setup of the magnetization in a pixel.

[0116] Moreover, in the phase space optical modulator 44 in this example, if the thin film coil 112 is not driven, since the condition of the magnetization in each pixel of the magnetization setting layer 111 is held, modulation information can be held with the phase space optical modulator 44.

[0117] Although the above-mentioned phase space optical modulator 44 set the phase of outgoing radiation light as either of two values for every pixel, in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, what can set the phase of outgoing radiation light as either of three or more values for every pixel may be used for it instead of this phase space optical modulator 44.

[0118] Drawing 14 shows an example of the configuration of a phase space optical modulator which can set the phase of outgoing radiation light as either of three or more values for every pixel. This phase space optical modulator 144 is equipped with two glass substrates 151,152 arranged so that it may counter mutually. The transparent electrode 153,154 is formed in the field where a glass substrate 151,152 counters mutually, respectively. The glass substrate 151,152 is separated at the predetermined spacing by the spacer 155. Liquid crystal is enclosed with the space formed by the glass substrate 151,152 and the spacer 155, and the liquid crystal layer 157 is formed in it. Moreover, much orientation sections 156 of the shape of a column which projected in the direction of slant are formed in the field by the side of the liquid crystal layer 157 of a glass substrate 152. This orientation section 156 can be formed by vapor-depositing the vacuum evaporation matter from across to a glass substrate 152. Orientation of the liquid crystal molecule 157a in the liquid crystal layer 157 is carried out so that the direction of a major axis may turn to the longitudinal direction of the orientation section 156, namely, so that the direction of slant may be turned to to a glass substrate 152. In addition, the dielectric anisotropy of liquid crystal molecule 157a shall be forward. Moreover, the reflective film 158 is formed in the field of the outside of a glass substrate 152.

[0119] Next, with reference to drawing 15 and drawing 16, an operation of the phase space optical modulator 144 shown in drawing 14 is explained. To the phase space optical modulator 144, from a glass substrate 151 side, it carries out incidence, a glass substrate 151, the liquid crystal layer 157, and a glass substrate 152 are passed, and it is reflected by the reflective film 158, and light passes a glass substrate 152, the liquid crystal layer 157, and a glass substrate 151 again, and outgoing radiation is carried out. A transparent electrode 153,154 can impress an electrical potential difference between transparent electrodes 153,154 independently for every pixel.

[0120] As shown in drawing 15, in the condition of not impressing an electrical potential difference V between transparent electrodes 153,154, orientation of the liquid crystal molecule 157a is carried out so that the direction of a major axis may turn to the direction of slant to a glass substrate 151,152. On the other hand, by a part of [ at least ] liquid crystal molecule 157a, as shown in drawing 16, if sufficient electrical potential difference V to change the direction of orientation of liquid crystal molecule 157a is impressed between transparent electrodes 153,154, the direction of orientation will change so that the direction of a major axis may approach in the perpendicular direction to a glass substrate 151,152. In this case, in liquid crystal molecule 157a nearer to the glass substrate 151 with which the orientation section 156 is not formed, the direction of orientation tends to change. Moreover, the number of liquid crystal molecule 157a with which the direction of orientation changes, and the variation of the direction of orientation increase, so that an electrical potential difference V becomes large.

[0121] Change of the direction of orientation of liquid crystal molecule 157a changes the include angle of the polarization direction of light and the direction of a major axis of liquid crystal molecule 157a which carry out incidence to make. The case where liquid crystal molecule 157a has the



polarization direction of the light which passes it parallel to the direction of a major axis of liquid crystal molecule 157a differs in a refractive index from the case of being perpendicular. Therefore, the light which passed the liquid crystal layer 157 in the condition that the electrical potential difference  $V$  was impressed has phase contrast to the light which passed the liquid crystal layer 157 in the condition that an electrical potential difference  $V$  is not impressed. Within the limits of predetermined [ of an electrical potential difference  $V$  ], phase contrast also becomes large, so that an electrical potential difference  $V$  is large. Moreover, by the fixed case, phase contrast also becomes [ an electrical potential difference  $V$  ] large, so that the thickness of the liquid crystal layer 157 is large. Therefore, if the thickness of the liquid crystal layer 157 and the maximum of an electrical potential difference  $V$  are set up so that the maximum of the phase contrast at the time of light passing the liquid crystal layer 157 twice both ways may be set to  $\pi$  (rad), phase contrast can be set as arbitration in the range of  $0 - \pi$  (rad) by controlling an electrical potential difference  $V$ .

[0122] According to the above operation, the phase space optical modulator 144 can set the phase of outgoing radiation light as either of three or more values for every pixel.

[0123] In addition, since the phase space optical modulator 144 does not rotate the polarization direction of light, in using the phase space optical modulator 144 instead of the phase space optical modulator 44, it changes polarization beam splitter side 48a of the prism block 48 in drawing 4 into a semi-reflection surface. Or a quadrant wavelength plate is formed between the prism block 48 and the phase space optical modulator 144, incidence is carried out to the phase space optical modulator 144, the light of the circular polarization of light from the phase space optical modulator 144 is changed [ the light of S polarization from the prism block 48 is changed into the light of the circular polarization of light with a quadrant wavelength plate, ] into the light of P polarization with a quadrant wavelength plate, and you may make it make polarization beam splitter side 48a penetrate.

[0124] The constituted thing which adjusted the location of a reflector for every pixel about the travelling direction of incident light for example, not only using the phase space optical modulator 144 but using the micro mirror device using above-mentioned liquid crystal as a phase space optical modulator which can set the phase of outgoing radiation light as either of three or more values for every pixel may be used.

[0125] As explained above, with the gestalt of this operation, the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record are irradiated at the information recording layer 3 of the optical information record medium 1, and information is recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Moreover, at the time of informational playback, the reference beam for playback is irradiated at the information recording layer 3, the playback light and the reference beam for playback which are generated from the information recording layer 3 by this are piled up, a synthetic light is generated, this synthetic light is detected, and information is reproduced.

[0126] Therefore, according to the gestalt of this operation, it is not necessary to separate playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback. Therefore, at the time of informational record, it is not necessary to carry out incidence of information light and the reference beam for record to a record medium so that a predetermined include angle may be made mutually. With the gestalt of this operation, exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback and collection of playback light are actually performed from the same field side of the information recording layer 3 so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle. Therefore, according to the gestalt of this operation, the optical system for record and playback can be constituted small.

[0127] Moreover, by the conventional playback approach, in order to separate playback light and the reference beam for playback and to detect only playback light, after carrying out incidence also of the reference beam for playback to the photodetector which detects playback light, there was a trouble that the SN ratio of playback information deteriorated. On the other hand, with the gestalt of this operation, since information is reproduced using playback light and the reference beam for playback, it is not said by the reference beam for playback that the SN ratio of playback information deteriorates. Therefore, according to the gestalt of this operation, the SN ratio of playback



information can be raised.

[0128] Moreover, the optical head 40 is equipped with the surfacing mold head body 41 which contains record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. Therefore, according to the gestalt of this operation, since the distance between the objective lens 50 of record playback optical system and the optical information record medium 1 is kept almost constant, a focus servo becomes unnecessary.

[0129] Moreover, in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, when setting the phase of information light as either of two values, information light and playback light will support 1 bit [ per pixel ] information. In setting the phase of information light as either of three or more values, it becomes possible to also make information light and playback light support two or more bits [ per pixel ] information. For example, when setting the phase of information light as either of eight values, information light and playback light will support the information on a triplet per pixel. Moreover, you may make it express one data with two or more pixels in information light and playback light. For example, if the phase of information light is set as either of eight values and one data is expressed with four pixels, 12-bit data can be expressed with these four pixels.

[0130] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 2nd operation], next the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained. The gestalt of this operation enables it to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system, and informational playback by which multiplex record was carried out in this way using the reference beam for record and the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially. The configuration of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0131] The optical information record approach which starts the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, i.e., the gestalt of this operation, with reference to drawing 17 hereafter is explained. In addition, drawing 17 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. The configuration of the optical system shown in drawing 17 is the same as that of drawing 1. In drawing 17, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before the optical information record medium 1 irradiates, and the return light from the optical information record medium 1 reflected by semi-reflection surface 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase of the light in drawing 17 and reinforcement is the same as that of drawing 1.

[0132] At the time of informational record, incidence of the parallel light 21 fixed [ a phase and reinforcement ] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. A phase generates information light 22A modulated spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel based on the information in the phase space optical modulator 13 on which while records half field 13A. In order to simplify explanation, here, field 13A The phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to  $+\pi/2$  (rad) for every pixel the phase of outgoing radiation light - The phase of light shall be spatially modulated by setting it as either of the 2nd phase used as  $\pi/2$  (rad). On the other hand, field 13B of the one half of another side in the phase space optical modulator 13 generates reference beam 22B for record by which the phase was modulated spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. Here, in order to simplify explanation, field 13B shall modulate the phase of light spatially by setting the phase of outgoing radiation light to a criteria phase, the 1st phase, or the 2nd phase for every pixel.

[0133] Incidence of information light 22A and the reference beam 22B for record is carried out to a beam splitter 12, they turn into information light 23A and reference beam 23B for record to converge which a part passes semi-reflection surface 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap

layer 4 and the reflective film 5, and information light 23A and reference beam 23B for record are reflected by the reflective film 5. Information light 24A of Ushiro reflected by the reflective film 5 and reference beam 24B for record become the light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again.

[0134] In the information recording layer 3, while information light 23A before being reflected by the reflective film 5, and reference beam 24B for record of Ushiro reflected by the reflective film 5 interfere and forming an interference pattern, reference beam 23B for record before being reflected by Ushiro's information light 24A and the reflective film 5 which were reflected by the reflective film 5 interferes, and an interference pattern is formed. And these interference patterns are recorded in volume in the information recording layer 3.

[0135] Outgoing radiation of information light 24A of Ushiro reflected by the reflective film 5 and the reference beam 24B for record is carried out from the optical information record medium 1, and they turn into information light 25A of parallel light, and reference beam 25B for record with an objective lens 11. Incidence of such light 25A and 25B is carried out to a beam splitter 12, a part is reflected by semi-reflection surface 12a, and they is received by the photodetector 14.

[0136] Next, with reference to drawing 18, the optical information playback approach concerning the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, i.e., the gestalt of this operation, is explained. Drawing 18 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation like drawing 17. Moreover, in drawing 18, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before the optical information record medium 1 irradiates, and the return light from the optical information record medium 1 reflected by semi-reflection surface 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase in drawing 18 and reinforcement is the same as that of drawing 17.

[0137] At the time of informational playback, incidence of the parallel light 31 fixed [ a phase and reinforcement ] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. Field 13B of the one half in the phase space optical modulator 13 generates the reference beam 32B1 for playback by which the phase was modulated spatially by the same modulation pattern as reference beam 22B for record by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. On the other hand, field 13A of the one half in the phase space optical modulator 13 By choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel Reference beam 32 B-2 for playback by which the phase was spatially modulated by the pattern symmetrical with a point centering on the location of the optical axis of the optical system which irradiates the reference beam for record and the reference beam for playback at the information recording layer 3 is generated to the modulation pattern of the reference beam 32B1 for playback.

[0138] Incidence of these reference beams 32B1 for playback and 32 B-2 is carried out to a beam splitter 12, they turn into the reference beam 33B1 for playback and 33 B-2 which a part passes semi-reflection surface 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the optical information record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and the reference beam 33B1 for playback and 33 B-2 are reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again.

[0139] In the information recording layer 3, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by reference beam 33 B-2 for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 occurs by reference beam 33 B-2 for playback before being reflected by the reflective film 5. In the reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than the optical information record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from the optical information record medium 1. Both such playback light is expressed with a sign 34A1.

[0140] Moreover, in the information recording layer 3, by the reference beam 33B1 for playback before being reflected by the reflective film 5, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by the reference beam 33B1 for playback of Ushiro reflected by the reflective film 5 occurs. In the reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than the optical information record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from the optical information record medium 1. Both such playback light is expressed with a sign 34A2.

[0141] On the other hand, it is reflected by the reflective film 5 and the reference beam 33B1 for playback turns into the playback light 34A1 and the reference beam 34B1 for playback which progresses in the same direction. Moreover, it is reflected by the reflective film 5 and reference beam 33 B-2 for playback turns into reference beam 34 B-2 for playback which progresses in the same direction as the playback light 34A2.

[0142] They carry out incidence to a beam splitter 12, such playback light 34A1, 34A2 and the reference beam 34B1 for playback, and 34 B-2 being used as the playback light 35A1 of parallel light, 35 A<SUB>2 and the reference beam 35B1 for playback, and 35 B-2 with an objective lens 11, and a part is reflected by semi-reflection surface 12a, and they are received by the photodetector 14.

[0143] Each of playback light 35A1 and 35A2 becomes the light by which the phase was modulated spatially like the information light at the time of record. However, the playback light 35A1 and the modulation pattern of the phase of 35A2 serve as point symmetry mutually.

[0144] A synthetic light which the playback light 35A1 and the reference beam 35B1 for playback pile up and by which they are generated carries out incidence to the field of one one half of a photodetector 14. A synthetic light which the playback light 35A2 and reference beam 35 B-2 for playback pile up and by which they are generated carries out incidence to the field of the one half of another side of a photodetector 14. Two kinds of such synthetic light [ each of ] turns into light by which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. However, the modulation pattern of two kinds of synthetic luminous intensities serves as point symmetry mutually. Therefore, in a photodetector 14, information is reproducible by detecting the two-dimensional pattern of the reinforcement of either of two kinds of synthetic light. Here, information shall be reproduced by detecting the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity with which the playback light 35A1 and the reference beam 35B1 for playback pile up, and are generated.

[0145] Next, with reference to drawing 19 , the above-mentioned playback light, the reference beam for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 19 , in the phase of playback light, and (c), the reinforcement of the reference beam for playback and (d) express the phase of the reference beam for playback, and (e) expresses [ (a) / playback luminous intensity and (b) ] synthetic luminous intensity. Drawing 19 shows the example of an about, when the phase for every pixel of information light is set to the 1st phase or the 2nd phase and the phase for every pixel of the reference beam for record and the reference beam for playback is set to either a criteria phase, the 1st phase and the 2nd phase. In this case, the phase for every pixel of playback light turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light. Therefore, the phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes zero,  $\pi/2$  (rad), or  $\pi$  (rad). If playback luminous intensity and the reinforcement of the reference beam for playback are equal, as shown in drawing 19 (e) here, synthetic luminous intensity The phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes the largest in the pixel used as zero. the phase contrast of playback light and the reference beam for playback --  $\pi$  (rad) -- by the pixel, phase contrast is set to one half of the reinforcement in the pixel used as zero by the pixel from which it becomes zero theoretically and the phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to  $\pi/2$  (rad). At drawing 19 (e), the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to  $\pi$  (rad) is expressed with "0", the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to  $\pi/2$  (rad) is expressed with "1", and the reinforcement in the pixel from which phase contrast serves as zero is expressed with "2."

[0146] In the example shown in drawing 17 thru/or drawing 19 , the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes three values. And for example, reinforcement "0" makes 2-bit data "00" correspond, it can make reinforcement "1" able to respond to 2-bit data "01", and reinforcement "2" can make it correspond to 2-bit data "10", as shown in drawing 19 (e). Thus, in the example shown in drawing 17 thru/or drawing 19 , making playback luminous intensity and a phase the same compared with the case where the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes binary like the example shown in drawing 1 thru/or drawing 3 , the amount of information which a synthetic light supports can be made to be able to increase, consequently the recording density of the optical information record medium 1 can be raised.

[0147] When phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to delta, synthetic luminous-intensity I is expressed with the above-mentioned formula (1). A formula (1) shows that synthetic luminous-intensity I changes according to the phase contrast of playback light and the reference beam for playback. Therefore, if it is made for the absolute value of the phase contrast of playback light and the reference beam for playback, i.e., the absolute value of the phase contrast of information light and the reference beam for playback, to turn into n (for n to be two or more integers) value from zero within the limits of  $\pi$  (rad), synthetic luminous-intensity I will also become an n value.

[0148] By the way, the information which should be recorded when recording information on the information recording layer 3 of the optical information record medium 1 like the gestalt of this operation using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, The modulation pattern of the phase of information light is determined based on the modulation pattern of the phase of the reference beam for record used in case the information is recorded. This is explained in detail with reference to drawing 19 . Since the information recorded on the information recording layer 3 is reproduced based on the pattern of synthetic luminous intensity, the information which should be recorded is changed into the data of the pattern of desired synthetic luminous intensity as shown in drawing 19 (e). The modulation pattern of the phase of the reference beam for record is the same as the modulation pattern of the phase of the reference beam for playback as shown in drawing 19 (d). It is determined that it is the same as the modulation pattern of the phase of a desired playback light as shown in drawing 19 (b), and that the modulation pattern of the phase of information light will turn into a modulation pattern symmetrical with a point by the phase-operation using the data of the pattern of desired synthetic luminous intensity as shown in drawing 19 (e), and the data of the modulation pattern of the phase of the reference beam for playback as shown in drawing 19 (d), and the reference beam for record.

[0149] As opposed to the information recording layer 3 on which information was recorded using the information light and the reference beam for record as which the modulation pattern of a phase was determined as mentioned above If the reference beam for record as shown in drawing 19 (d), and the reference beam for playback which has the modulation pattern of the same phase are irradiated A synthetic light which has the pattern of reinforcement as shown in drawing 19 (e) is obtained, and the information recorded on the information recording layer 3 is reproduced based on the pattern of this synthetic luminous intensity.

[0150] You may make it create the modulation pattern of the phase of the reference beam for record, and the reference beam for playback based on the information on the proper of the individual who becomes a user. As information on an individual proper, there is a pattern of a personal identification number, a fingerprint, a voiceprint, and the iris etc. When it does in this way, it enables only the specific individual who recorded information on the optical information record medium 1 to reproduce the information.

[0151] Since the reference beam for record and the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially were used according to the gestalt of this operation as explained above, it becomes possible to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system, and informational playback by which multiplex record was carried out in this way.

[0152] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0153] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 3rd

operation], next the gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained. Drawing 20 is the sectional view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. In the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, the optical head 60 is formed instead of the optical head 40 in the gestalt of the 1st operation. This optical head 60 is equipped with the movable actuator 62 for the optical head body 61 within the limits of predetermined to the optical head body 61 which contains record playback optical system, and the optical information record medium 1, respectively about the perpendicular direction and the direction which crosses the truck in the optical information record medium 1. The configuration of the record playback optical system in the gestalt of this operation is the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0154] With the gestalt of this operation, the light beam from an objective lens 50 acquires address information, tracking error information, and focus servo information based on the output of a photodetector 45 in the period which passes through the address servo area 6 of the optical information record medium 1. The generation method of the tracking error information in the gestalt of this operation is the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0155] Next, with reference to drawing 21, an example of the generation method of the focal error information in the gestalt of this operation is explained. Drawing 21 is the explanatory view showing the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45. In the generation method of the focal error information in this example, as it is the following, focal error information is generated based on the magnitude of the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45. First, the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 shall turn into a profile shown with the sign 70 in drawing 21 in the focus condition converged so that the light beam from an objective lens 50 may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 in the optical information record medium 1, and the reflective film 5. When the location where the light beam from an objective lens 50 serves as a minor diameter most shifts to a near side rather than the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, a path becomes small as the sign 71 showed the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 in drawing 21. On the contrary, when the location where the light beam from an objective lens 50 serves as a minor diameter most shifts to a back side rather than the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, a path becomes large as the sign 72 showed the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 in drawing 21. Therefore, a focal error signal can be obtained by detecting the signal according to change of the path of the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 on the basis of a focus condition. Specifically, a focal error signal is generable based on the number of increase and decrease of the pixel corresponding to the bright section in the light-receiving side of a photodetector 45 on the basis of a focus condition.

[0156] With the gestalt of this operation, based on a focal error signal, an actuator 62 adjusts the location of the optical head body 61 about a perpendicular direction to the optical information record medium 1, and performs a focus servo so that a light beam may always be in a focus condition. Moreover, based on a tracking error signal, an actuator 62 adjusts the location of the optical head body 61 about the truck crossing direction, and performs a tracking servo so that a light beam may always follow a truck. In addition, in case a light beam passes a data area 7, a focus servo and a tracking servo are not performed, but the condition at the time of the last address servo area 6 passage is held.

[0157] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st or the 2nd operation.

[0158] In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various modification is possible for it. For example, although address information etc. was beforehand recorded on the address servo area 6 in the optical information record medium 1 by the embossing pit, you may make it record address information etc. with the gestalt of each above-mentioned implementation, without preparing an embossing pit beforehand, as it is the following. In this case, as an optical information record medium 1, there is no air gap layer 4 and the thing of a configuration of that the information recording layer 3 and the reflective film 5 adjoined is used. And in the address servo area 6 of this optical information record medium 1, the

laser beam of high power is irradiated alternatively at the part near the reflective film 5 of the information recording layer 3, and it formats by recording address information etc. by changing the refractive index of that part alternatively.

[0159]

[Effect of the Invention] As explained above, by the optical information recording device according to claim 1 to 7 or the optical information record approach according to claim 8 to 13, information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record. Thereby, according to this invention, at the time of informational playback, it becomes possible to irradiate the reference beam for playback at an information recording layer, to pile up the playback light and the reference beam for playback which are generated from an information recording layer by this, to generate a synthetic light, to detect this synthetic light, and to reproduce information. It becomes unnecessary to separate playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback, and it becomes unnecessary therefore, to carry out incidence of information light and the reference beam for record to a record medium at the time of informational record according to this invention so that a predetermined include angle may be made mutually. Therefore, according to this invention, while information is recordable using holography, the effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for record small is done so. Moreover, since it becomes possible to use playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback, and to reproduce information according to this invention, it is lost that the SN ratio of playback information deteriorates by the reference beam for playback, and the effectiveness of becoming possible to raise the SN ratio of playback information is done so.

[0160] Moreover, since according to the optical information recording device according to claim 2 or the optical information record approach according to claim 9 it was made to perform the exposure of information light and the reference beam for record from the same field side of an information recording layer so that information light and the reference beam for record might be arranged in same axle, the effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for record smaller is done so.

[0161] Moreover, since the reference beam for record by which the phase was modulated spatially was used according to the optical information recording device according to claim 5 or 6 or the optical information record approach according to claim 12 or 13, the effectiveness of becoming possible to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system is done so.

[0162] Moreover, since it had the surfacing mold head body which contains an information light generation means, the reference beam generation means for record, and record playback optical system, and surfaces from an optical information record medium according to the optical information recording device according to claim 7, the effectiveness that a focus servo becomes unnecessary is done so.

[0163] moreover, by the optical information regenerative apparatus according to claim 14 to 17 or the optical information playback approach according to claim 18 to 20 The reference beam for playback is irradiated to the information recording layer on which information was recorded with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record. By this, the playback light generated from an information recording layer is collected, this playback light and the reference beam for playback are piled up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is detected. Therefore, it is not necessary to separate playback light and the reference beam for playback in this invention. Therefore, according to this invention, while information is reproducible using holography, the effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for playback small is done so. Moreover, according to this invention, since information is reproduced using playback light and the reference beam for playback, it is lost that the SN ratio of playback information deteriorates by the reference beam for playback, and the effectiveness of becoming possible to raise the SN ratio of playback information is done so.

[0164] Moreover, since according to the optical information regenerative apparatus according to claim 15 or the optical information playback approach according to claim 19 it was made to perform

exposure of the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of an information recording layer so that the reference beam for playback and playback light might be arranged in same axle, the effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for playback smaller is done so.

[0165] Moreover, since the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially was used according to the optical information regenerative apparatus according to claim 16 or the optical information playback approach according to claim 20, the effectiveness that the informational playback by which multiplex record was carried out with phase-encoding multiplex system is attained is done so.

[0166] Moreover, since it had the surfacing mold head body which contains the reference beam generation means for playback, record playback optical system, and a detection means, and surfaces from an optical information record medium according to the optical information regenerative apparatus according to claim 17, the effectiveness that a focus servo becomes unnecessary is done so.

[0167] moreover, by the optical information record regenerative apparatus according to claim 21 to 26 or the optical information record playback approach according to claim 27 to 30 Information is recorded on the information recording layer of an optical information record medium by the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record. At the time of informational playback The reference beam for playback is irradiated to an information recording layer, the playback light generated from an information recording layer by this is collected, this playback light and the reference beam for playback are piled up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is detected. Therefore, it is not necessary to separate playback light and the reference beam for playback, and at the time of informational record, it is not necessary to carry out incidence of information light and the reference beam for record to a record medium in this invention, so that a predetermined include angle may be made mutually. Therefore, according to this invention, while being able to perform informational record and playback using holography, the effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for record and playback small is done so. Moreover, according to this invention, since information is reproduced using playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback, the effectiveness of becoming possible not to say that the SN ratio of playback information deteriorates by the reference beam for playback, and to raise the SN ratio of playback information is done so.

[0168] Moreover, according to an optical information record regenerative apparatus according to claim 22 or the optical information record playback approach according to claim 28 Since it was made to perform exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and collection of playback light from the same field side of an information recording layer so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light might be arranged in same axle The effectiveness of becoming possible to constitute the optical system for record and playback smaller is done so.

[0169] Moreover, since the reference beam for record and the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially were used according to the optical information record regenerative apparatus according to claim 24 or 25 or the optical information record playback approach according to claim 29 or 30, the effectiveness of becoming possible to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system and informational playback by which multiplex record was carried out in this way is done so.

[0170] Moreover, since it had the surfacing mold head body which contains an information light generation means, the reference beam generation means for record, the reference beam generation means for playback, record playback optical system, and a detection means, and surfaces from an optical information record medium according to the optical information record regenerative apparatus according to claim 26, the effectiveness that a focus servo becomes unnecessary is done so.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is a wave form chart for explaining the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention in detail.

[Drawing 4] It is the sectional view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 5] It is the perspective view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 6] It is the top view showing the appearance of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 7] It is an explanatory view for explaining an example of the generation method of tracking error information, and the approach of a tracking servo in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 8] It is an explanatory view for explaining an example of the generation method of tracking error information, and the approach of a tracking servo in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the important section of the phase space optical modulator in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 10] It is the explanatory view showing the phase space optical modulator in a gestalt and its circumference circuit of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 11] It is the top view of the thin film coil in the phase space optical modulator shown in drawing 9 .

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the structure of a 1-dimensional magnetism photograph nick crystal.

[Drawing 13] It is an explanatory view for explaining an operation of the phase space optical modulator shown in drawing 9 .

[Drawing 14] It is the sectional view showing other examples of the configuration of the phase space optical modulator in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 15] It is an explanatory view for explaining an operation of the phase space optical modulator shown in drawing 14 .

[Drawing 16] It is an explanatory view for explaining an operation of the phase space optical modulator shown in drawing 14 .

[Drawing 17] It is the explanatory view showing the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 18] It is the explanatory view showing the principle of playback of the information in the



optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 19] It is a wave form chart for explaining the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention in detail.

[Drawing 20] It is the sectional view showing the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 21] It is an explanatory view for explaining an example of the generation method of the focal error information in the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Description of Notations]

1 [ -- Address servo area, 7 / -- A data area, 40 / -- An optical head, 41 / -- A surfacing mold head body, 43 / -- Semiconductor laser, 44 / -- A phase space optical modulator, 45 / -- A photodetector, 47 / -- A collimator lens, 48 / -- A prism block, 48a / -- A polarization beam splitter side, 49 / -- A quadrant wavelength plate, 50 / -- Objective lens. ] -- An optical information record medium, 3 -- An information recording layer, 5 -- The reflective film, 6

---

[Translation done.]

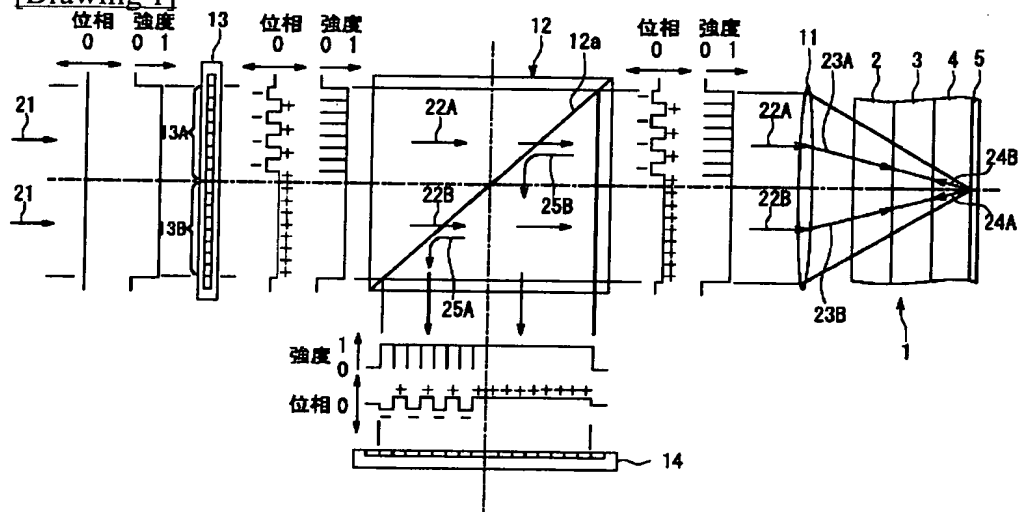
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

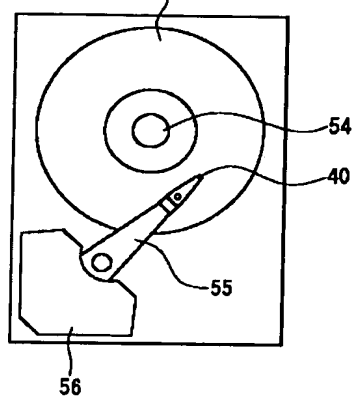
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

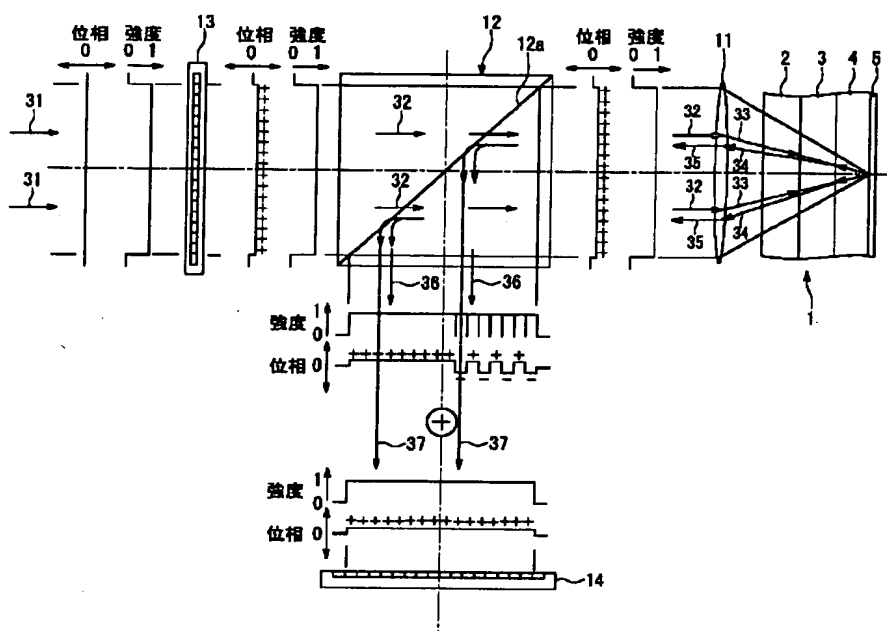
[Drawing 1]



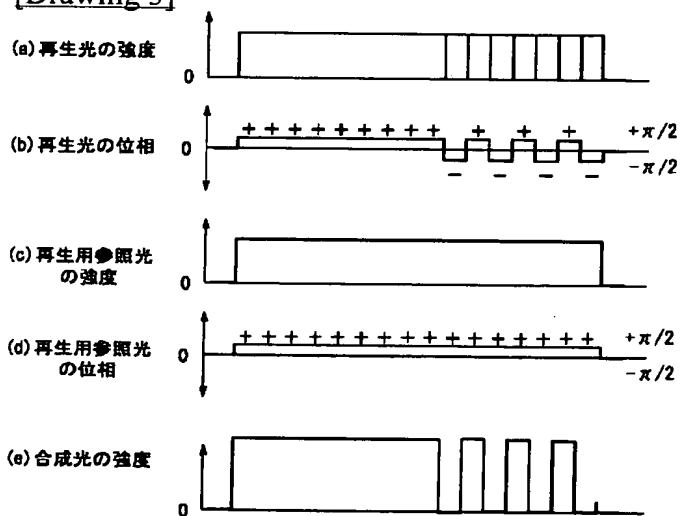
[Drawing 6]



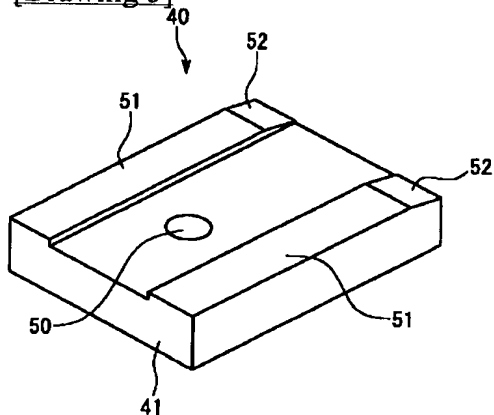
[Drawing 2]



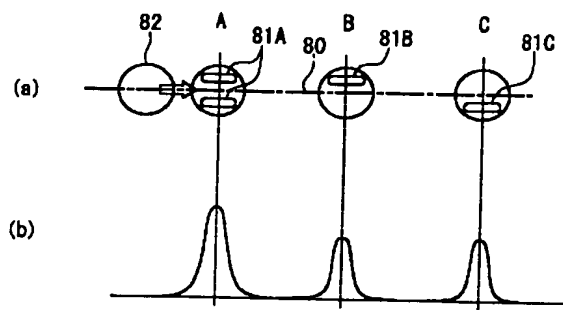
[Drawing 3]



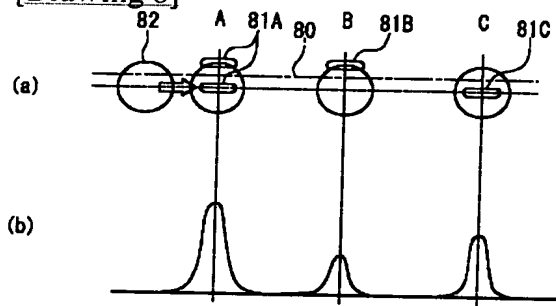
[Drawing 5]



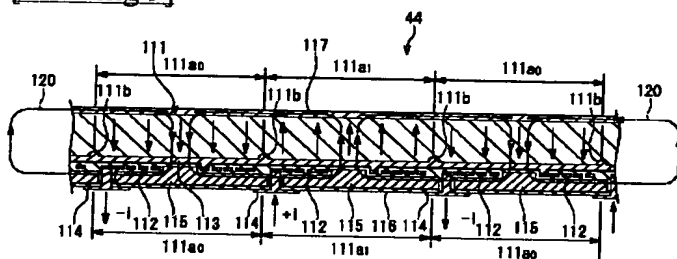
[Drawing 7]



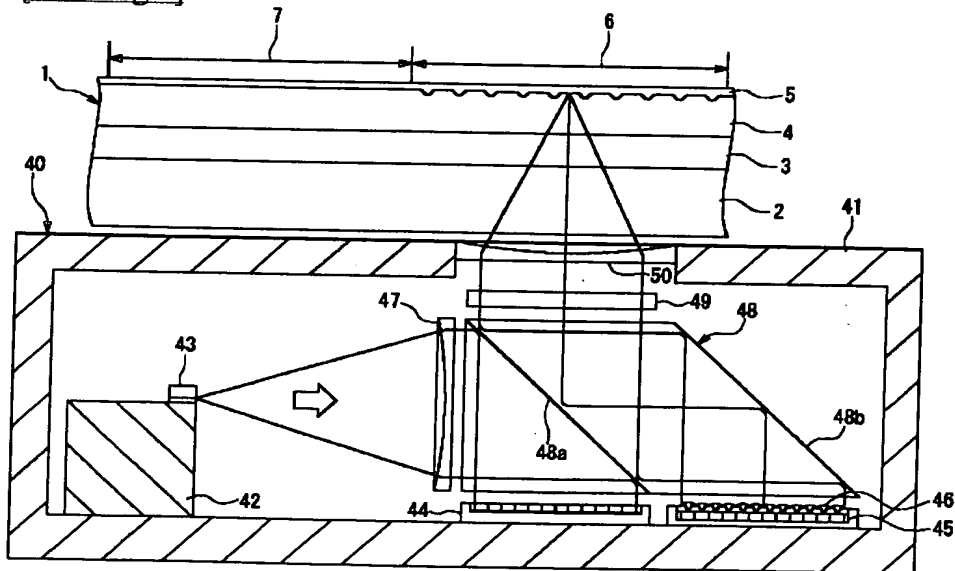
[Drawing 8]



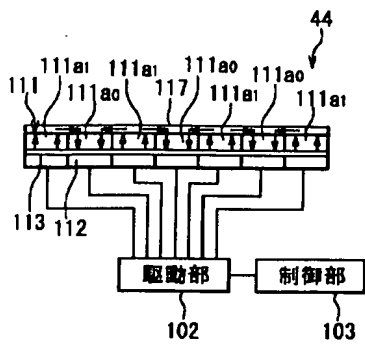
[Drawing 9]



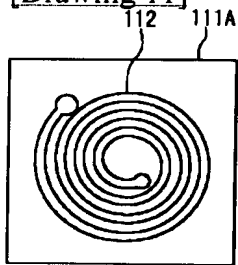
[Drawing 4]



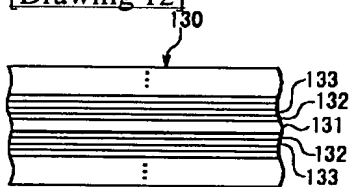
[Drawing 10]



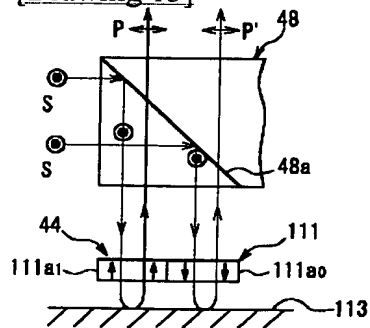
[Drawing 11]



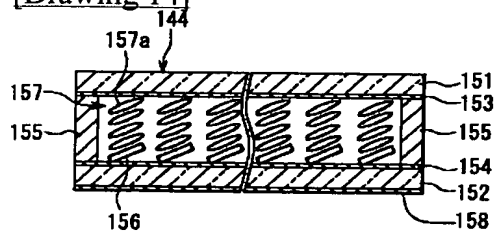
[Drawing 12]



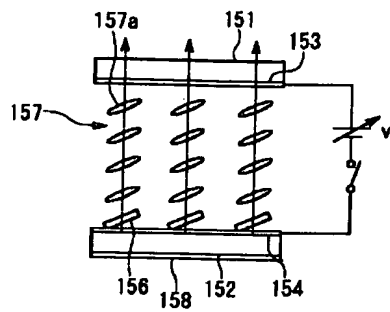
[Drawing 13]



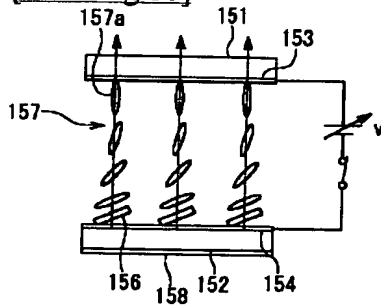
[Drawing 14]



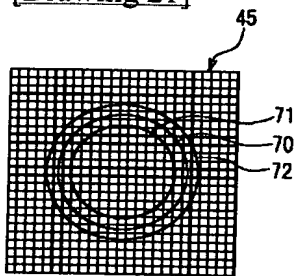
[Drawing 15]



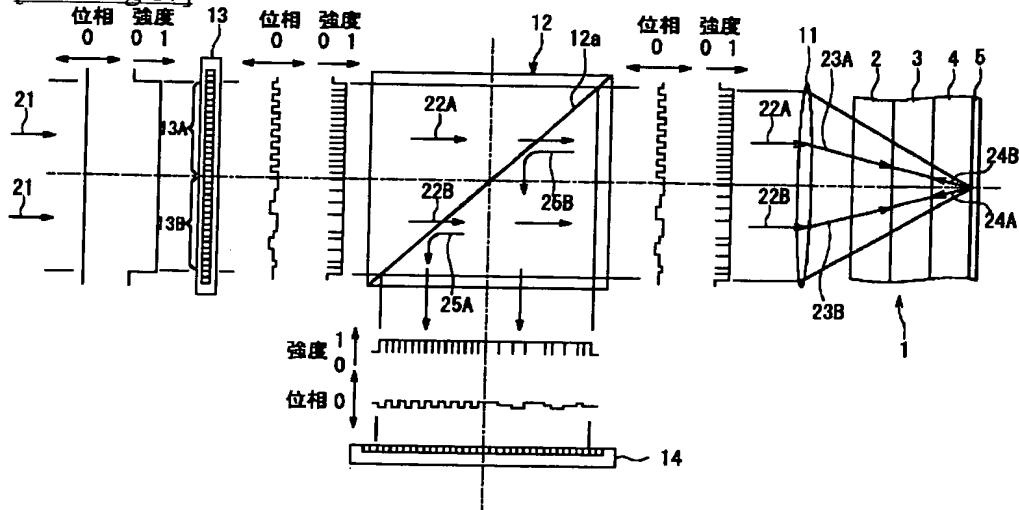
[Drawing 16]



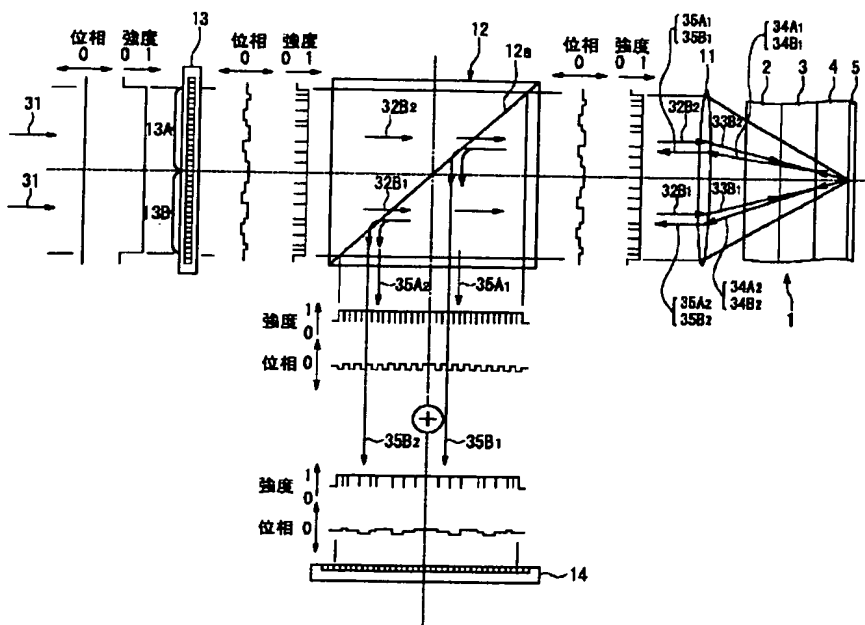
[Drawing 21]



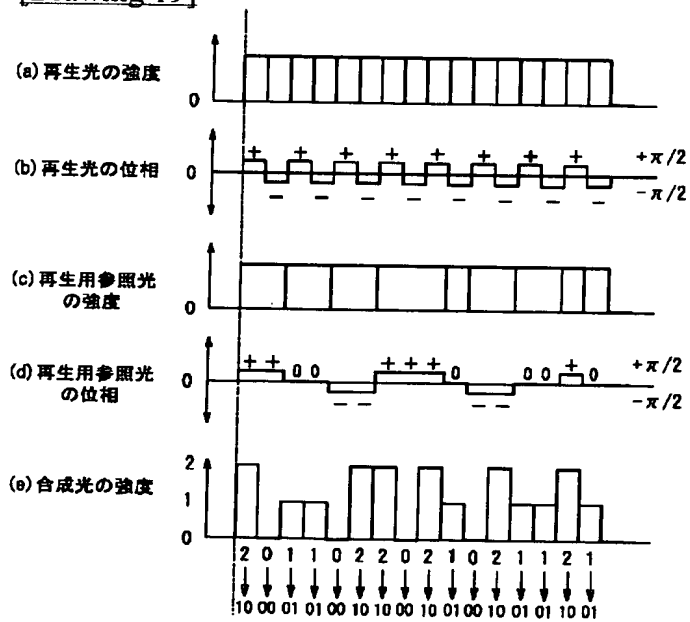
[Drawing 17]



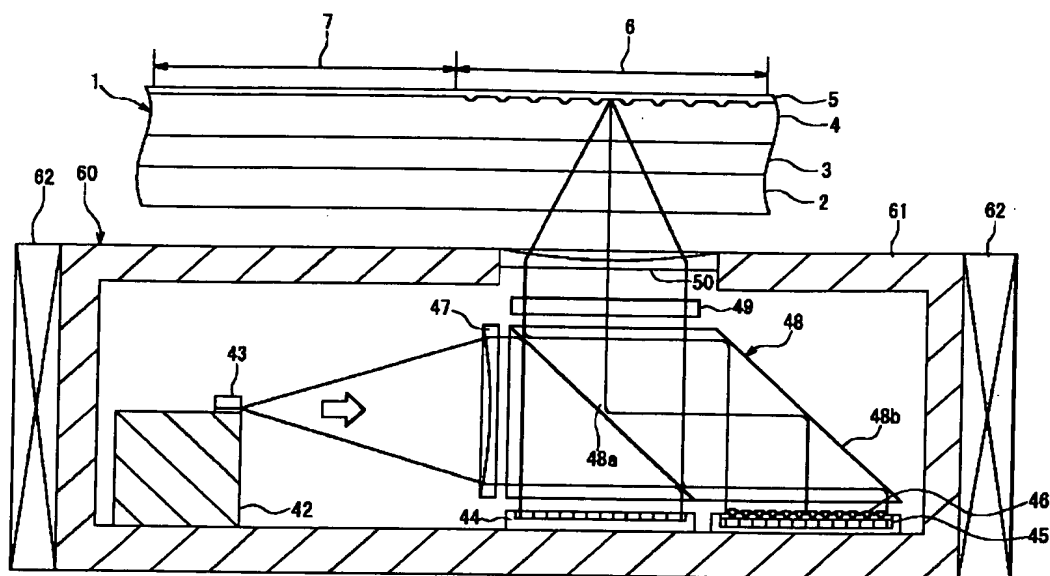
[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Drawing 20]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-83431

(P2002-83431A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B 7/0065	2 K 0 0 8
G 0 3 H	1/10	G 0 3 H 1/10	5 D 0 9 0
	1/22	1/22	
	1/26	1/26	

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-315224(P2000-315224)  
(22) 出願日 平成12年10月16日 (2000. 10. 16)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-203563(P2000-203563)  
(32) 優先日 平成12年7月5日 (2000. 7. 5)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

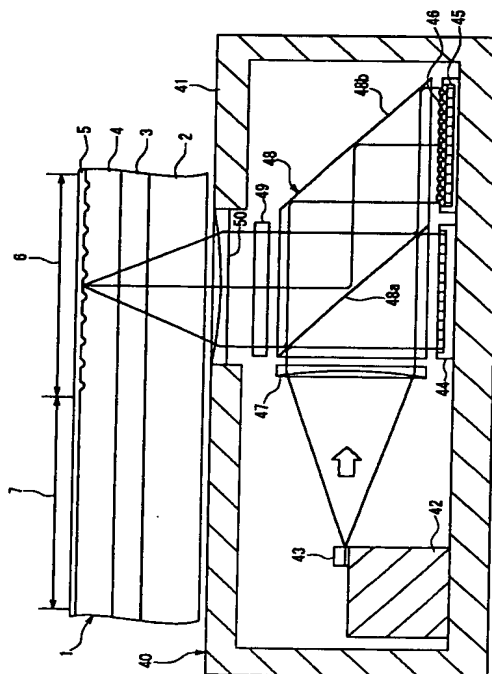
(71) 出願人 500112179  
株式会社オプトウエア  
神奈川県横浜市新横浜二丁目5番1号 日経第13ビル7階  
(72) 発明者 堀米 秀嘉  
東京都渋谷区恵比寿1-22-23-405 株式会社オプトウエア内  
(74) 代理人 100107559  
弁理士 星宮 勝美  
Fターム(参考) 2K008 AA04 BB04 CC01 CC03 FF07  
FF17 HH13 HH18 HH19 HH26  
5D090 AA01 BB04 CC05 DD01 FF13  
KK07 KK14

(54) 【発明の名称】 光情報記録装置および方法、光情報再生装置および方法、ならびに光情報記録再生装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 ホログラフィを利用して情報の記録または再生を行うと共に、記録または再生のための光学系を小さく構成し、且つ再生情報のS/N比を向上させる。

【解決手段】 情報の記録時には、位相空間光変調器44によって、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とを生成し、これらを、光情報記録媒体1の情報記録層3に照射して、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層3に情報を記録する。情報の再生時には、再生用参照光を情報記録層3に照射し、これによって情報記録層3より発生される再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を、光検出器45によって検出して情報を再生する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録装置であって、

記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する情報光生成手段と、

記録用参照光を生成する記録用参照光生成手段と、

前記情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記情報光生成手段によって生成された情報光と前記記録用参照光生成手段によって生成された記録用参照光とを前記情報記録層に照射する記録光学系とを備えたことを特徴とする光情報記録装置。

【請求項2】 前記記録光学系は、情報光および記録用参照光が同軸的に配置されるように、情報光および記録用参照光の照射を前記情報記録層の同一面側より行うことを特徴とする請求項1記載の光情報記録装置。

【請求項3】 前記情報光生成手段は、変調後の光の位相を2つの値のいずれかに設定することを特徴とする請求項1または2記載の光情報記録装置。

【請求項4】 前記情報光生成手段は、変調後の光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定することを特徴とする請求項1または2記載の光情報記録装置。

【請求項5】 前記記録用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項6】 前記情報光生成手段は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調することを特徴とする請求項5記載の光情報記録装置。

【請求項7】 更に、前記情報光生成手段、記録用参照光生成手段および記録光学系を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えたことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項8】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録する光情報記録方法であって、

記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する手順と、

記録用参照光を生成する手順と、

前記情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記情報光と前記記録用参照光とを前記情報記録層に照射する記録手順とを備えたことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項9】 前記記録手順は、情報光および記録用参照光が同軸的に配置されるように、情報光および記録用参照光の照射を前記情報記録層の同一面側より行うこと

を特徴とする請求項8記載の光情報記録方法。

【請求項10】 前記情報光を生成する手順は、変調後の光の位相を2つの値のいずれかに設定することを特徴とする請求項8または9記載の光情報記録方法。

【請求項11】 前記情報光を生成する手順は、変調後の光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定することを特徴とする請求項8または9記載の光情報記録方法。

【請求項12】 前記記録用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成することを特徴とする請求項8ないし11のいずれかに記載の光情報記録方法。

【請求項13】 前記情報光を生成する手順は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調することを特徴とする請求項12記載の光情報記録方法。

【請求項14】 記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より、ホログラフィを利用して、情報

を再生するための光情報再生装置であって、

再生用参照光を生成する再生用参照光生成手段と、

前記再生用参照光生成手段によって生成された再生用参照光を前記情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生光学系と、前記再生光学系によって生成された合成光を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項15】 前記再生光学系は、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とを前記情報記録層の同一面側より行うことを特徴とする請求項14記載の光情報再生装置。

【請求項16】 前記再生用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成することを特徴とする請求項14または15記載の光情報再生装置。

【請求項17】 更に、前記再生用参照光生成手段、再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えたことを特徴とする請求項14ないし16のいずれかに記載の光情報再生装置。

【請求項18】 記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より、ホログラフィを利用して、情報を再生する光情報再生方法であって、

再生用参照光を生成する手順と、

前記再生用参照光を前記情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって前記情報

記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生手順と、

前記合成光を検出する手順とを備えたことを特徴とする光情報再生方法。

【請求項 19】 前記再生手順は、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とを前記情報記録層の同一面側より行うことを特徴とする請求項 18 記載の光情報再生方法。

【請求項 20】 前記再生用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成することを特徴とする請求項 18 または 19 記載の光情報再生方法。

【請求項 21】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録すると共に、光情報記録媒体より情報を再生するための光情報記録再生装置であって、

記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する情報光生成手段と、

記録用参照光を生成する記録用参照光生成手段と、

再生用参照光を生成する再生用参照光生成手段と、

情報の記録時には、前記情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記情報光生成手段によって生成された情報光と前記記録用参照光生成手段によって生成された記録用参照光とを前記情報記録層に照射し、情報の再生時には、前記再生用参照光生成手段によって生成された再生用参照光を前記情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する記録再生光学系と、前記記録再生光学系によって生成された合成光を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 22】 前記記録再生光学系は、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集とを前記情報記録層の同一面側より行うことを特徴とする請求項 21 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 23】 前記情報光生成手段、記録用参照光生成手段、再生用参照光生成手段は、それぞれ、偏光方向が同じ直線偏光の情報光、記録用参照光、再生用参照光を生成し、

前記記録再生光学系は、情報光および記録用参照光を第 1 の直線偏光から円偏光に変換して前記情報記録層に対して照射すると共に、前記情報記録層より発生される再生光を円偏光から、第 1 の直線偏光に対して偏光方向が直交する第 2 の直線偏光に変換する 4 分の 1 波長板と、

偏光方向の違いによって、前記 4 分の 1 波長板を通過する前の情報光、記録用参照光および再生用参照光の光路と前記 4 分の 1 波長板を通過した後の光情報記録媒体からの戻り光の光路とを分離する偏光分離光学素子とを有することを特徴とする請求項 22 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 24】 前記記録用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成し、前記再生用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成することを特徴とする請求項 21 ないし 23 のいずれかに記載の光情報記録再生装置。

【請求項 25】 前記情報光生成手段は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調することを特徴とする請求項 24 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 26】 更に、前記情報光生成手段、記録用参照光生成手段、再生用参照光生成手段、記録再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えたことを特徴とする請求項 21 ないし 25 のいずれかに記載の光情報記録再生装置。

【請求項 27】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録すると共に、光情報記録媒体より情報を再生する光情報記録再生方法であって、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する手順と、記録用参照光を生成する手順と、前記情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記情報光と前記記録用参照光とを前記情報記録層に照射する記録手順と、

再生用参照光を生成する手順と、

前記再生用参照光を前記情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生手順と、前記合成光を検出する手順とを備えたことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項 28】 情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集は、前記情報記録層の同一面側より行われることを特徴とする請求項 27 記載の光情報記録再生方法。

【請求項 29】 前記記録用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成し、前記再生用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成することを特徴とする請求項 27 または 28 記載の光情報記録再生方法。

【請求項30】 前記情報光を生成する手順は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調することを特徴とする請求項29記載の光情報記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録する光情報記録装置および方法、ホログラフィを利用して光情報記録媒体から情報を再生する光情報再生装置および方法、ならびにホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録すると共に光情報記録媒体から情報を再生する光情報記録再生装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときにできる干渉パターンを記録媒体に書き込むことによって行われる。記録された情報の再生時には、その記録媒体に参照光を照射することにより、干渉パターンによる回折によりイメージ情報が再生される。

【0003】近年では、超高密度光記録のために、ボリュームホログラフィ、特にデジタルボリュームホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ボリュームホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3次元的に干渉パターンを書き込む方式であり、厚みを増すことで回折効率を高め、多重記録を用いて記録容量の増大を図ることができるという特徴がある。そして、デジタルボリュームホログラフィとは、ボリュームホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は2値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式である。このデジタルボリュームホログラフィでは、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2次元デジタルパターン情報に展開し、これをイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時に信号対雑音比（以下、SN比と記す。）が多少悪くても、微分検出を行ったり、2値化データをコード化しエラー訂正を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ホログラフィを利用して情報の記録および再生を行う従来の光情報記録再生方法では、記録しようとする情報に基づいて光の強度を空間的に変調して情報光を生成し、この情報光と記録用参照光との干渉パターンを記録媒体に記録することによって情報を記録するようになっている。このよ

うにして記録された情報を再生する際には、記録媒体に再生用参照光を照射する。そして、この再生用参照光が干渉パターンによって回折されて、情報光に対応する再生光が生成される。この再生光は、情報光と同様に、光の強度が空間的に変調された光である。

【0005】ところで、従来の光情報記録再生方法では、再生光を検出する光検出器に、再生用参照光も入射してしまうと、再生情報のSN比が劣化するという問題点があった。そのため、従来の光情報記録再生方法では、再生時に再生光と再生用参照光とを空間的に分離できるように、記録時には、情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる場合が多い。これにより再生時に発生する再生光は、再生用参照光に対して所定の角度をなす方向に進むため、再生光と再生用参照光とを空間的に分離することが可能になる。

【0006】しかしながら、上述のように、記録時に情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させ、再生時に再生光と再生用参照光とを空間的に分離するようにした場合には、記録再生のための光学系が大型化するという問題点がある。

【0007】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、ホログラフィを利用して情報の記録または再生を行うと共に、記録または再生のための光学系を小さく構成でき、且つ再生情報のSN比を向上させることができるようにした光情報記録装置および方法、光情報再生装置および方法、ならびに光情報記録再生装置および方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光情報記録装置は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録装置であって、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する情報光生成手段と、記録用参照光を生成する記録用参照光生成手段と、情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光生成手段によって生成された情報光と記録用参照光生成手段によって生成された記録用参照光とを情報記録層に照射する記録光学系とを備えたものである。

【0009】本発明の光情報記録装置では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報が記録される。

【0010】本発明の光情報記録装置において、記録光学系は、情報光および記録用参照光が同軸的に配置されるように、情報光および記録用参照光の照射を情報記録層の同一面側より行ってもよい。

【0011】また、本発明の光情報記録装置において、

情報光生成手段は、変調後の光の位相を 2 つの値のいずれかに設定してもよいし、3 つ以上の値のいずれかに設定してもよい。

【0012】また、本発明の光情報記録装置において、記録用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成してもよい。この場合、情報光生成手段は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調するようにしてもよい。

【0013】また、本発明の光情報記録装置は、更に、情報光生成手段、記録用参照光生成手段および記録光学系を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えていてもよい。

【0014】本発明の光情報記録方法は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録する光情報記録方法であって、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する手順と、記録用参照光を生成する手順と、情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光と記録用参照光とを情報記録層に照射する記録手順とを備えたものである。

【0015】本発明の光情報記録方法では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報が記録される。

【0016】本発明の光情報記録方法において、記録手順は、情報光および記録用参照光が同軸的に配置されるように、情報光および記録用参照光の照射を情報記録層の同一面側より行ってもよい。

【0017】また、本発明の光情報記録方法において、情報光を生成する手順は、変調後の光の位相を 2 つの値のいずれかに設定してもよいし、3 つ以上の値のいずれかに設定してもよい。

【0018】また、本発明の光情報記録方法において、記録用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成してもよい。この場合、情報光を生成する手順は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調するようにしてもよい。

【0019】本発明の光情報再生装置は、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より、ホログラフィを利用して、情報を再生するための光情報再生装置であって、再生用参照光を生成する再生用参照光生成手段と、再生用参照光生成手段によって生成された再生用参照光を情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層より発生

される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生光学系と、再生光学系によって生成された合成光を検出する検出手段とを備えたものである。

【0020】本発明の光情報再生装置では、再生用参照光が光情報記録媒体の情報記録層に対して照射され、これにより、情報記録層より再生光が発生される。この再生光は、記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。この再生光と再生用参照光とが重ね合わせられて合成光が生成される。この合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光である。この合成光が検出されることにより、情報が再生される。

【0021】本発明の光情報再生装置において、再生光学系は、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とを情報記録層の同一面側より行ってもよい。

【0022】また、本発明の光情報再生装置において、再生用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成してもよい。

【0023】また、本発明の光情報再生装置は、更に、再生用参照光生成手段、記録再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えていてもよい。

【0024】本発明の光情報再生方法は、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より、ホログラフィを利用して、情報を再生する光情報再生方法であって、再生用参照光を生成する手順と、再生用参照光を情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生手順と、合成光を検出する手順とを備えたものである。

【0025】本発明の光情報再生方法では、再生用参照光が光情報記録媒体の情報記録層に対して照射され、これにより、情報記録層より再生光が発生される。この再生光は、記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。この再生光と再生用参照光とが重ね合わせられて合成光が生成される。この合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光である。この合成光が検出されることにより、情報が再生される。

【0026】本発明の光情報再生方法において、再生手順は、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とを情報記録層の同一面側より行ってもよい。

【0027】また、本発明の光情報再生方法において、再生用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調さ

れた再生用参照光を生成してもよい。

【0028】本発明の光情報記録再生装置は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録すると共に、光情報記録媒体より情報を再生するための光情報記録再生装置であって、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する情報光生成手段と、記録用参照光を生成する記録用参照光生成手段と、再生用参照光を生成する再生用参照光生成手段と、情報の記録時には、情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光生成手段によって生成された情報光と記録用参照光生成手段によって生成された記録用参照光とを情報記録層に照射し、情報の再生時には、再生用参照光生成手段によって生成された再生用参照光を情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する記録再生光学系と、記録再生光学系によって生成された合成光を検出する検出手段とを備えたものである。

【0029】本発明の光情報記録再生装置では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報が記録される。また、情報の再生時には、再生用参照光が光情報記録媒体の情報記録層に対して照射され、これにより、情報記録層より再生光が発生される。この再生光は、記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。この再生光と再生用参照光とを重ね合わせられて合成光が生成される。この合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光である。この合成光が検出されることにより、情報が再生される。

【0030】本発明の光情報記録再生装置において、記録再生光学系は、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集とを情報記録層の同一面側より行ってもよい。この場合、情報光生成手段、記録用参照光生成手段、再生用参照光生成手段は、それぞれ、偏光方向が同じ直線偏光の情報光、記録用参照光、再生用参照光を生成し、記録再生光学系は、情報光および記録用参照光を第1の直線偏光から円偏光に変換して情報記録層に対して照射すると共に、情報記録層より発生される再生光を円偏光から、第1の直線偏光に対して偏光方向が直交する第2の直線偏光に変換する4分の1波長板と、偏光方向の違いによって、4分の1波長板を通過する前の情報光、記録用参照光および再生用参照光の光路と4分の1波長板を通過した後の光情報記録媒体からの戻り光の光路とを分離する偏光分離光学素子とを有していてもよい。

【0031】また、本発明の光情報記録再生装置におい

て、記録用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成し、再生用参照光生成手段は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成してもよい。この場合、情報光生成手段は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調するようにしてもよい。

【0032】また、本発明の光情報記録再生装置は、更に、情報光生成手段、記録用参照光生成手段、再生用参照光生成手段、記録再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えていてもよい。

【0033】本発明の光情報記録再生方法は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録すると共に、光情報記録媒体より情報を再生する光情報記録再生方法であって、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって情報光を生成する手順と、記録用参照光を生成する手順と、情報記録層に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光と記録用参照光とを情報記録層に照射する記録手順と、再生用参照光を生成する手順と、再生用参照光を情報記録層に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成する再生手順と、合成光を検出する手順とを備えたものである。

【0034】本発明の光情報記録再生方法では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報が記録される。また、情報の再生時には、再生用参照光が光情報記録媒体の情報記録層に対して照射され、これにより、情報記録層より再生光が発生される。この再生光は、記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。この再生光と再生用参照光とを重ね合わせられて合成光が生成される。この合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光である。この合成光が検出されることにより、情報が再生される。

【0035】本発明の光情報記録再生方法において、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集は、情報記録層の同一面側より行われてもよい。

【0036】また、本発明の光情報記録再生方法において、記録用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成し、再生用参照光を生成する手順は、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成してもよい。この場合、情報光を生成する手順は、記録する情報と記録用参照光の位相の変調パターンとに基づ

づいて決定された位相の変調パターンに従って光の位相を空間的に変調するようにしてもよい。

#### 【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理を示す説明図である。

【0038】始めに、図1を参照して、本実施の形態において用いられる光情報記録媒体の構成について説明する。本実施の形態における光情報記録媒体1は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の透明基板2と、この透明基板2における光の入射側とは反対側に、透明基板2から順に配置された情報記録層3、エアギャップ層4、反射膜5を備えている。情報記録層3は、ホログラフィを利用して情報が記録される層であり、光が照射されたときに光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。ホログラム材料としては、例えば、デュボン(Dupont)社製フォトポリマ(photo polymers) HRF-600(製品名)や、アプリリス(Aprils)社製フォトポリマULSH-500(製品名)等が使用される。反射膜5は、例えばアルミニウムによって形成されている。なお、光情報記録媒体1では、エアギャップ層4を設けずに、情報記録層3と反射膜5とが隣接するようにしてもよい。

【0039】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理、すなわち本実施の形態に係る光情報記録方法について説明する。本実施の形態では、情報光と記録用参照光を生成し、情報記録層3に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光と記録用参照光とを光情報記録媒体1の情報記録層3に照射する。情報光は、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって生成される。

【0040】以下、図1を参照して、本実施の形態に係る光情報記録方法について詳しく説明する。なお、図1では、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。この例における記録再生光学系は、光情報記録媒体1の透明基板2側に対向する対物レンズ11と、この対物レンズ11における光情報記録媒体1とは反対側に、対物レンズ11側から順に配設されたビームスプリッタ12および位相空間光変調器13を有している。ビームスプリッタ12は、その法線方向が対物レンズ11の光軸方向に対して45°傾けられた半反射面12aを有している。図1に示した記録再生光学系は、更に、光情報記録媒体1からの戻り光がビームスプリッタ12の半反射面12aで反射される方向に配置された光検出器14を有している。位相空間光変調器13は、格子状に配列された多

数の画素を有し、各画素毎に射出光の位相を選択することによって、光の位相を空間的に変調することができるようになっている。また、光検出器14は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。

【0041】図1に示した例では、位相空間光変調器13によって、情報光と記録用参照光とを生成するようになっている。位相空間光変調器13には、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光が入射されるようになっている。情報の記録時において、位相空間光変調器13は、一方の半分の領域13Aでは、記録する情報に基づいて画素毎に射出光の位相を選択することによって、光の位相を空間的に変調して情報光を生成し、他方の半分の領域13Bでは、全ての画素について射出光の位相を同一にして記録用参照光を生成する。

【0042】位相空間光変調器13は、領域13Aでは、画素毎に、変調後の光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定するようになっている。第1の位相と第2の位相との位相差は $\pi$ (rad)である。なお、位相空間光変調器13は、領域13Aにおいて、画素毎に、変調後の光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定してもよい。また、位相空間光変調器13は、領域13Bでは、全ての画素の射出光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相とするようになっている。なお、位相空間光変調器13は、領域13Bにおいて、全ての画素の射出光の位相を第2の位相としてもよいし、第1の位相および第2の位相のいずれとも異なる一定の位相としてもよい。

【0043】図1中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の射出光、光情報記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された光情報記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。なお、図1では、第1の位相を記号“+”で表し、第2の位相を記号“-”で表している。また、図1では、強度の最大値を“1”で表し、強度の最小値“0”で表している。

【0044】図1に示した例では、情報の記録時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光21が入射される。位相空間光変調器13に入射した光のうち領域13Aを通過した光は、記録する情報に基づいて位相が空間的に変調されて情報光22Aとなる。なお、情報光22Aにおいて、第1の位相の画素と第2の位相の画素との境界部分では局所的に強度が低下する。一方、位相空間光変調器13に入射した光のうち領域13Bを通過した光は、位相が空間的に変調されず、記録用参照光22Bとなる。これら情報光22Aおよび記録用参照光22Bはビームスプリッタ1



2に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する情報光23Aおよび収束する記録用参照光23Bとなって、光情報記録媒体1に照射される。情報光23Aおよび記録用参照光23Bは、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光24Aおよび記録用参照光24Bは、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。

【0045】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の情報光23Aと反射膜5で反射された後の記録用参照光24Bとが干渉して干渉パターンを形成すると共に、反射膜5で反射された後の情報光24Aと反射膜5で反射される前の記録用参照光23Bとが干渉して干渉パターンを形成する。そして、これらの干渉パターンが情報記録層3内に体積的に記録される。

【0046】反射膜5で反射された後の情報光24Aと記録用参照光24Bは、光情報記録媒体1より出射され、対物レンズ11によって平行光の情報光25Aと記録用参照光25Bとなる。これらの光25A、25Bは、ビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。

【0047】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理、すなわち本実施の形態に係る光情報再生方法について説明する。本実施の形態では、再生用参照光を生成し、この再生用参照光を光情報記録媒体1の情報記録層3に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層3より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出する。

【0048】以下、図2を参照して、本実施の形態に係る光情報再生方法について詳しく説明する。図2は、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理を示す説明図である。なお、図2では、図1と同様に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。

【0049】また、図2中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、光情報記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された光情報記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。図2における位相および強度の表し方は、図1と同様である。

【0050】図2に示した例では、情報の再生時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光31が入射される。情報の再生時において、位相空間光変調器13は、全ての画素について出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$  (rad)となる第1の位相にして再生用参照光32

を生成する。この再生用参照光32はビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する再生用参照光33となって、光情報記録媒体1に照射される。再生用参照光33は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。

【0051】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の再生用参照光33によって、反射膜5とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜5で反射された後の再生用参照光によって、反射膜5側に進行する再生光が発生する。反射膜5とは反対側に進行する再生光は、そのまま光情報記録媒体1より出射され、反射膜5側に進行する再生光は、反射膜5で反射されて、光情報記録媒体1より出射される。

【0052】このように、再生時には、光情報記録媒体1からの戻り光34は、再生光と、反射膜5で反射された後の再生用参照光とを含んだものとなる。戻り光34は、対物レンズ11によって平行光の戻り光35とされてビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。光検出器14に入射する戻り光35は、再生光36と、反射膜5で反射された後の再生用参照光37とを含んでいる。再生光36は、情報記録層3に記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。図2では、便宜上、再生光36と再生用参照光37とを分け、それぞれについて位相および強度を示している。しかし、実際には、再生光36と再生用参照光37とが重ね合わせられて合成光が生成され、この合成光が光検出器14によって受光される。合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。従って、光検出器14によって合成光の強度の2次元パターンが検出され、これにより情報が再生される。

【0053】図1および図2に示したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置では、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集は、情報記録層3の同一面側より行われる。なお、図1において、情報記録層3に照射される情報光23Aと記録用参照光23Bは、断面が半円形状の光ビームとなるが、これらは、断面が円形の光ビームの半分ずつを構成するので、同軸的である。

【0054】ここで、図3を参照して、上記再生光36、再生用参照光37および合成光について詳しく説明する。図3において、(a)は再生光36の強度、(b)は再生光36の位相、(c)は再生用参照光37の強度、(d)は再生用参照光37の位相、(e)は合成光の強度を表している。図3は、情報光の各画素毎の

位相を、基準位相に対する位相差が $+\pi/2$  (rad) となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$  (rad) となる第2の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。従って、図3に示した例では、再生光36の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第1の位相と第2の位相のいずれかになる。また、再生用参照光37の各画素毎の位相は全て第1の位相となっている。ここで、再生光36の強度と再生用参照光37の強度が等しいとすれば、図3(e)に示したように、再生光36の位相が第1の位相となる画素では、合成光の強度は再生光36の強度および再生用参照光37の強度よりも大きくなり、再生光36の位相が第2の位相となる画素では、原理的には合成光の強度はゼロとなる。

【0055】次に、記録時に情報光の位相を2つの値のいずれかに設定する場合と情報光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定する場合とを含めて、再生光の位相と合成光の強度との関係について詳しく説明する。

【0056】合成光は、再生光と再生用参照光という2つの光波を重ね合わせたものである。従って、再生光の振幅および再生用参照光の振幅を共に $a_0$ とし、再生光と再生用参照光との位相差を $\delta$ とすると、合成光の強度 $I$ は次の式(1)で表される。

【0057】

$$\begin{aligned} I &= 2a_0^2 + 2a_0^2 \cos \delta \\ &= 2a_0^2 (1 + \cos \delta) \\ &= 4a_0^2 \cos^2 (\delta/2) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0058】再生用参照光の位相は画素に依らずに一定であるから、上式より、再生光の位相に応じて合成光の強度 $I$ が変化することが分かる。また、情報光の位相を、例えば $+\pi/2$  (rad) から $-\pi/2$  (rad) の範囲内で、 $n$  ( $n$ は2以上の整数) 値のいずれかに設定すれば、合成光の強度 $I$ も $n$ 値のいずれかになる。

【0059】このように、本実施の形態に係る光情報記録方法では、再生光と再生用参照光とを重ね合わせて生成される合成光の強度の2次元パターンを検出することによって、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層3に記録された情報を再生することができる。

【0060】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成について説明する。なお、本実施の形態に係る光情報記録再生装置は、本実施の形態に係る光情報記録装置と本実施の形態に係る光情報再生装置とを含んでいる。

【0061】図4は本実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す断面図である。図4に示したように、本実施の形態では、位置決め情報を有する光情報記録媒体1を用いる。すなわち、本実施の形態における光情報記録媒体1では、図4に示したように、エアギャップ層4と反射膜5の境界面に、半径方向に線状に

延びる複数のアドレス・サーボエリア6が所定の角度間隔で設けられている。隣り合うアドレス・サーボエリア6間の扇形の区間はデータエリア7になっている。アドレス・サーボエリア6には、サンプリドサーボ方式によってトラッキングサーボを行うための情報とアドレス情報とが、予めエンボスピット等によって記録されている。なお、後述するが、本実施の形態ではフォーカスサーボは行わない。

【0062】図4に示したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置は、光情報記録媒体1の透明基板2に対向するように配置される光ヘッド40を備えている。この光ヘッド40は、後述する各要素を収納し、光情報記録媒体1より浮上する浮上型ヘッド本体41を有している。このヘッド本体41内の底部には、支持台42を介して半導体レーザ43が固定されていると共に、反射型の位相空間光変調器44と光検出器45が固定されている。光検出器45の受光面には、マイクロレンズアレイ46が取り付けられている。また、ヘッド本体41内において、位相空間光変調器44および光検出器45の上方にはプリズムブロック48が設けられている。プリズムブロック48の半導体レーザ43側の端部近傍にはコリメータレンズ47が設けられている。また、ヘッド本体41の光情報記録媒体1に対向する面には開口部が形成され、この開口部に対物レンズ50が設けられている。この対物レンズ50とプリズムブロック48との間には4分の1波長板49が設けられている。

【0063】位相空間光変調器44は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を、互いに $\pi$  (rad) だけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調することができる。位相空間光変調器44は、更に、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を90°回転させるようになっている。

【0064】光検出器45は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。また、マイクロレンズアレイ46は、光検出器45の各画素の受光面に対向する位置に配置された複数のマイクロレンズを有している。

【0065】光検出器45としては、CCD型固体撮像素子やMOS型固体撮像素子を用いることができる。また、光検出器45として、MOS型固体撮像素子と信号処理回路とが1チップ上に集積されたスマート光センサ(例えば、文献「O plus E, 1996年9月, No. 202, 第93~99ページ」参照。)を用いてもよい。このスマート光センサは、転送レートが大きく、高速な演算機能を有するので、このスマート光センサを用いることにより、高速な再生が可能となり、例えば、Gビット/秒オーダの転送レートで再生を行うことが可能となる。

【0066】プリズムブロック48は、偏光ビームスプ

リッタ面48aと反射面48bを有している。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bのうち偏光ビームスプリッタ面48aがコリメータレンズ47寄りに配置されている。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bは、共にその法線方向がコリメータレンズ47の光軸方向に対して45°傾けられ、且つ互いに平行に配置されている。

【0067】位相空間光変調器44は偏光ビームスプリッタ面48aの下方の位置に配置され、光検出器45は反射面48bの下方の位置に配置されている。また、4分の1波長板49と対物レンズ50は、偏光ビームスプリッタ面48aの上方の位置に配置されている。なお、コリメータレンズ47や対物レンズ50は、ホログラムレンズであってもよい。

【0068】プリズムブロック48は、本発明における偏光分離光学素子に対応する。すなわち、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aは、後で詳しく説明するように、偏光方向の違いによって、4分の1波長板49を通過する前の情報光、記録用参照光および再生用参照光の光路と4分の1波長板49を通過した後の光情報記録媒体1からの戻り光の光路とを分離する。

【0069】図5は本実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す斜視図である。図5に示したように、浮上型ヘッド本体41は、光情報記録媒体1に対向する面において突出するように設けられた2つのレール部51を有している。レール部51の光情報記録媒体1側の面はエアベアリング面となっている。レール部51における空気流入側の端部の近傍には、端部側ほど光情報記録媒体1より離れるように形成されたテーパ部52が設けられている。ヘッド本体41は、テーパ部52より流入する空気によって、エアベアリング面と光情報記録媒体1との間に微小な空隙を形成しながら、光情報記録媒体1より浮上するようになっている。対物レンズ50は、2つのレール部51の間に配置されている。ヘッド本体41の浮上時におけるエアベアリング面と光情報記録媒体1との間の空隙の大きさは0.05μm程度であり、且つ安定している。従って、本実施の形態における光ヘッド40では、ヘッド本体41の浮上時には対物レンズ50と光情報記録媒体1との間の距離がほぼ一定に保たれるので、フォーカスサーボが不要になっている。

【0070】図6は本実施の形態に係る光情報記録再生装置の外観を示す平面図である。図6に示したように、光情報記録再生装置は、光情報記録媒体1が取り付けられるスピンドル54と、このスピンドル54を回転させる図示しないスピンドルモータとを備えている。光情報記録再生装置は、更に、先端部が光情報記録媒体1のトラック横断方向に移動するキャリッジ55と、このキャリッジ55を駆動するボイスコイルモータ56とを備えている。光ヘッド40は、キャリッジ55の先端部に取

りつけられている。光情報記録再生装置では、キャリッジ55およびボイスコイルモータ56によって、光ヘッド40が光情報記録媒体1のトラック横断方向に移動され、トラックの変更やトラッキングサーボが行われるようになっている。

【0071】次に、情報の記録時における光ヘッド40の作用について説明する。半導体レーザ43は、コヒーレントなS偏光の光を出射する。なお、S偏光とは偏光方向が入射面（図4における紙面）に垂直な直線偏光であり、後述するP偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。

【0072】半導体レーザ43より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ47によって平行光とされ、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面48aで反射されて、位相空間光変調器44に入射する。位相空間光変調器44の出射光は、一方の半分の領域では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光となり、他方の半分の領域では、全ての画素について出射光の位相が同一の記録用参照光となる。また、位相空間光変調器44の出射光は、偏光方向が90°回転されてP偏光の光となる。

【0073】位相空間光変調器44の出射光である情報光および記録用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを透過し、4分の1波長板49を通過して円偏光の光となる。この情報光および記録用参照光は、対物レンズ50によって集光されて光情報記録媒体1に照射される。この情報光および記録用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光および記録用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。半導体レーザ43の出力が記録用の高出力に設定されると、図1を参照して説明したように、情報記録層3に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンが記録される。

【0074】光情報記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ50によって平行光とされ、4分の1波長板49を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aで反射され、更に反射面48bで反射され、マイクロレンズアレイ46を経て、光検出器45に入射する。

【0075】なお、情報の記録時において、対物レンズ50からの光ビームが光情報記録媒体1のアドレス・サーボエリア6を通過する期間では、半導体レーザ43の出力は、再生用の低出力に設定されると共に、位相空間光変調器44は、光の位相を変調せずに、全ての画素について位相が同一の光を出射する。このときの光検出器45の出力に基づいて、アドレス情報およびトラッキングエラー情報を得ることができる。

【0076】次に、情報の再生時における光ヘッド40の作用について説明する。情報の再生時には、半導体レーザ43の出力は、再生用の低出力に設定される。半導体レーザ43より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ47によって平行光とされ、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面48aで反射されて、位相空間光変調器44に入射する。位相空間光変調器44の出射光は、全ての画素について出射光の位相が同一の再生用参照光となる。また、位相空間光変調器44の出射光は、偏光方向が90°回転されてP偏光の光となる。

【0077】位相空間光変調器44の出射光である再生用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを透過し、4分の1波長板49を通過して円偏光の光となる。この再生用参照光は、対物レンズ50によって集光されて光情報記録媒体1に照射される。この再生用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となつて、再度、情報記録層3を通過する。図2を参照して説明したように、再生用参照光によって、情報記録層3より再生光が発生される。

【0078】光情報記録媒体1からの戻り光は、再生光と再生用参照光とを含む。この戻り光は、対物レンズ50によって平行光とされ、4分の1波長板49を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aで反射され、更に反射面48bで反射され、マイクロレンズアレイ46を経て、光検出器45に入射する。この光検出器45の出力に基づいて、光情報記録媒体1に記録された情報を再生することができる。

【0079】なお、情報の再生時において、対物レンズ50からの光ビームが光情報記録媒体1のアドレス・サーボエリア6を通過する期間では、光検出器45の出力に基づいて、アドレス情報およびトラッキングエラー情報を得ることができる。

【0080】次に、図7および図8を参照して、本実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例について説明する。この例では、光情報記録媒体1のアドレス・サーボエリア6には、トラッキングサーボに用いられる位置決め情報として、図7(a)に示したように、トラック80に沿って光ビーム82の進行方向の手前側から順に、2つのピット81A、1つのピット81B、1つのピット81Cが形成されている。2つのピット81Aは、図7において符号Aで示した位置においてトラック80を挟んで対称な位置に配置されている。ピット81Bは、図7において符号Bで示した位置においてトラック80に対して片側にずれた位置に配置されている。ピット81Cは、

図7において符号Cで示した位置において、トラック80に対してピット81Bとは反対側にずれた位置に配置されている。

【0081】図7(a)に示したように、光ビーム82がトラック80上を正確に進行する場合には、光ビーム82が各位置A、B、Cを通過する際の光検出器45の全受光量は、図7(b)に示したようになる。すなわち、位置A通過時の受光量が最も大きく、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量は互いに等しく且つ位置A通過時の受光量よりも小さくなる。

【0082】一方、図8(a)に示したように、光ビーム82がトラック80に対してピット81C寄りにずれて進行する場合には、光ビーム82が各位置A、B、Cを通過する際の光検出器45の全受光量は、図8(b)に示したようになる。すなわち、位置A通過時の受光量が最も大きく、次に位置C通過時の受光量が大きく、位置B通過時の受光量は最も小さくなる。位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差の絶対値は、光ビーム82のトラック80からのずれ量が大きくなるほど大きくなる。

【0083】なお、図示しないが、光ビーム82がトラック80に対してピット81B寄りにずれて進行する場合には、位置A通過時の受光量が最も大きく、次に位置B通過時の受光量が大きく、位置C通過時の受光量は最も小さくなる。位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差の絶対値は、光ビーム82のトラック80からのずれ量が大きくなるほど大きくなる。

【0084】以上のことから、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差から、トラック80に対する光ビーム82のずれの方向および大きさが分かる。従って、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差をトラッキングエラー信号とすることができる。ピット81Aは、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量を検出するタイミングの基準となる。

【0085】本例におけるトラッキングサーボは、具体的には、以下のようにして行われる。まず、光検出器45の全受光量が最初にピークに達するタイミング、すなわち位置A通過時のタイミングを検出する。次に、位置A通過時のタイミングを基準にして、位置B通過時のタイミングと位置C通過時のタイミングを予測する。次に、予測した各タイミングで、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量を検出する。最後に、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差を検出し、これをトラッキングエラー信号とする。そして、光ビーム82が常にトラック80に追従するように、トラッキングエラー信号に基づいてボイスコイルモータ56が駆動されて、トラッキングサーボが行われる。なお、光ビーム82がデータエリア7を通過する際には、トラッキングサーボは行われず、直前のアドレス・サーボエリア6通過時の状態が保持される。

【0086】なお、本実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法は、上記の方法に限らず、例えばプッシュプル法を用いてもよい。この場合には、アドレス・サーボエリア6には、トラッキングサーボに用いられる位置決め情報として、トラック方向に沿った一列のピット列を形成しておき、光検出器45の受光面における入射光の形状の変化を検出して、トラッキングエラー情報を生成する。

【0087】次に、図9および図10を参照して、本実施の形態における位相空間光変調器44の構成の一例について説明する。本例における位相空間光変調器44は磁気光学効果を利用するものである。図9は本例における位相空間光変調器44の要部を示す断面図、図10は本例における位相空間光変調器44とその周辺回路を示す説明図である。

【0088】図9および図10に示したように、本例における位相空間光変調器44は、光磁気材料よりなり、それぞれ独立に磁化の方向が設定され、磁気光学効果により、入射する光に対して磁化の方向に応じた偏光方向の回転を与える複数の画素を含む磁化設定層111と、この磁化設定層111の各画素毎に対応するように設けられ、各画素における磁化の方向を独立に設定するための磁界を発生する複数の磁界発生素子としての薄膜コイル112と、磁化設定層111と薄膜コイル112との間に設けられ、光を反射する反射層113とを備えている。

【0089】磁化設定層111には、隣接する画素の境界位置に、磁壁の移動を抑止する磁壁移動抑止部111bが設けられている。磁壁移動抑止部111bは、例えば図9に示したような突起でもよい。

【0090】図9および図10において、符号111a<sub>o</sub>は磁化が下向きの画素（以下、オフの画素とも言う。）を示し、符号111a<sub>i</sub>は磁化が上向きの画素（以下、オンの画素とも言う。）を示している。

【0091】図11は、薄膜コイル112の平面図である。図11において、符号111Aは1画素の領域を表している。

【0092】図9および図10において、磁化設定層111の上側の面が、光の入射する面になっている。磁化設定層111は、少なくとも使用する光に対して透光性を有している。薄膜コイル112は、反射層113を介して、磁化設定層111における光の入射する面とは反対側の面に隣接するように配置されている。

【0093】反射層113は、導電性を有している。各薄膜コイル112の一方の端部、例えば内側の端部は、反射層113に接続されている。各薄膜コイル112の他方の端部、例えば外側の端部には、それぞれ端子114が接続されている。反射層113は、薄膜コイル112に通電するための2つの導電路のうちの一方を兼ねている。端子114は、薄膜コイル112に通電するため

の2つの導電路のうちの他方を構成する。

【0094】位相空間光変調器44は、更に、軟磁性材料よりなり、薄膜コイル112における磁化設定層111とは反対側に配置され、薄膜コイル112によって発生される磁界に対応する磁路120の一部を形成する磁路形成部115を備えている。薄膜コイル112、端子114および磁路形成部115の周囲には、絶縁層116が形成されている。

【0095】位相空間光変調器44は、更に、軟磁性材料よりなり、磁化設定層111における薄膜コイル112とは反対側の面に隣接するように設けられ、薄膜コイル112によって発生される磁界に対応する磁路120の他の一部を形成する軟磁性層117を備えている。軟磁性層117は、少なくとも使用する光に対して透光性を有している。

【0096】図10に示したように、各薄膜コイル112は、それぞれ、端子114、反射層113およびこれらに接続された配線によって、各薄膜コイル112に独立に通電するための駆動部102に接続されるようになっている。駆動部102は、例えばナノ秒オーダーの周期で、正または負のパルス状の電流を薄膜コイル112に供給するようになっている。また、駆動部102は制御部103によって制御されるようになっている。

【0097】磁化設定層111は、大きな保磁力H<sub>c</sub>、-H<sub>c</sub>を有している。そして、磁化設定層111は、正方向に磁化されているときには、絶対値がH<sub>c</sub>を越える負の磁界が印加されると磁化の方向が反転し、負方向に磁化されているときには、絶対値がH<sub>c</sub>を越える正の磁界が印加されると磁化の方向が反転する。薄膜コイル112は、絶対値がH<sub>c</sub>を越える正または負の磁界を発生する。これに対し、軟磁性層117の保磁力は極めて小さく、軟磁性層117では小さな印加磁界によって容易に磁化の方向が反転する。磁路形成部115の特性も、軟磁性層117と同様である。

【0098】磁化設定層111の材料としては、磁気光学効果を有する光磁気材料であればよいが、特に、磁性ガーネット薄膜または1次元磁性フォトニック結晶を用いるのが好ましい。

【0099】磁性ガーネット薄膜の代表的なものとしては、希土類鉄系ガーネット薄膜がある。磁性ガーネット薄膜を作製する方法としては、例えば、ガドリニウムガリウムガーネット（GGG）等の基板の上に、液相エピタキシャル成長法（LPE法）またはスパッタ法によって単結晶の磁性ガーネット薄膜を形成する方法がある。

【0100】図12は、1次元磁性フォトニック結晶の構造を示す説明図である。この1次元磁性フォトニック結晶130は、磁性体層131の両面側に誘電体多層膜を形成した構造を有している。磁性体層131の材料には、希土類鉄ガーネットやビスマス置換希土類鉄ガーネット等が用いられる。誘電体多層膜は、例えばSiO<sub>2</sub>

膜132と $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 膜133を交互に積層して構成される。1次元磁性フォトニック結晶130における層構造の周期は、使用する光の波長オーダーである。この1次元磁性フォトニック結晶130では、大きなファラデー回転角を得ることが可能になる。

【0101】なお、本例における位相空間光変調器44は、全ての構成要素をモノリシックに形成して製造してもよいし、複数の部分に分けて形成した後、複数の部分を組み合わせて製造してもよい。位相空間光変調器44を複数の部分に分けて形成する場合には、例えば、軟磁性層117から反射層113までの部分と、他の部分とに分けてもよい。また、本例における位相空間光変調器44の構成要素は、全て半導体製造プロセスを用いて製造することが可能である。

【0102】次に、図13を参照して、本例における位相空間光変調器44の作用について説明する。本例における位相空間光変調器44では、変調情報に従って選択的に、薄膜コイル112に正または負のパルス電流が供給され、その結果、薄膜コイル112によって磁化設定層111の各画素に対して独立に磁界が印加される。簡単な計算によれば、尖頭値40mA程度のパルス電流を薄膜コイル112に供給することにより、薄膜コイル112の中心部に1000e程度のパルス状の磁界を発生させることができ、この磁界によって各画素における磁化を反転させることができる。

【0103】各画素では、それまでの磁化の方向と反対方向の磁界が印加されると、印加磁界と同じ方向の磁化の磁区が生じ、この磁区が拡大する。この磁区の拡大は、磁壁が磁壁移動抑止部111bに達すると停止する。その結果、1つの画素全体が印加磁界と同じ方向の磁化となる。このようにして、薄膜コイル112によって磁化設定層111の各画素に対して独立に磁界を印加することにより、磁化設定層111の各画素における磁化の方向が独立に設定される。

【0104】軟磁性層117側より位相空間光変調器44に入射した光は、軟磁性層117を通過した後、磁化設定層111を通過する。この磁化設定層111を通過する光には、ファラデー効果により、磁化設定層111の各画素における磁化の方向に応じた偏光方向の回転、すなわちファラデー回転が与えられる。例えば、磁化が上向きのオンの画素111a<sub>1</sub>を通過する光の偏光方向が $+\theta_F$ だけ回転されるとすると、磁化が下向きのオフの画素111a<sub>0</sub>を通過する光の偏光方向は $-\theta_F$ だけ回転される。

【0105】磁化設定層111を通過した光は、反射層113で反射され、再度、磁化設定層111と軟磁性層117を通過し、位相空間光変調器44より出射される。反射層113で反射されてから磁化設定層111を通過する光には、反射層113に達する前に磁化設定層111を通過する際と同様に、ファラデー効果により、

磁化設定層111の各画素における磁化の方向に応じた偏光方向の回転が与えられる。従って、上述のように、オンの画素111a<sub>1</sub>を通過する光の偏光方向が $+\theta_F$ だけ回転され、オフの画素111a<sub>0</sub>を通過する光の偏光方向が $-\theta_F$ だけ回転されるとすると、オンの画素111a<sub>1</sub>を往復で2回通過して位相空間光変調器44より出射される光の偏光方向は $+2\theta_F$ だけ回転され、オフの画素111a<sub>0</sub>を往復で2回通過して位相空間光変調器44より出射される光の偏光方向は $-2\theta_F$ だけ回転される。

【0106】位相空間光変調器44では、磁化設定層111において、オンの画素111a<sub>1</sub>を往復で2回通過した光の偏光方向の回転角度 $+2\theta_F$ を $90^\circ$ とし、オフの画素111a<sub>0</sub>を往復で2回通過した光の偏光方向の回転角度 $-2\theta_F$ を $-90^\circ$ としている。

【0107】図13に示したように、位相空間光変調器44には、半導体レーザ43より出射され、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aで反射されたS偏光の光が入射する。この光は、位相空間光変調器44の磁化設定層111を通過し、反射層113で反射され、再度、磁化設定層111を通過して、プリズムブロック48に戻ってくる。ここで、オンの画素111a<sub>1</sub>を往復で2回通過した光は、偏光方向が $90^\circ$ 回転されてP偏光の光となり、オフの画素111a<sub>0</sub>を往復で2回通過した光は、偏光方向が $-90^\circ$ 回転されてP偏光の光（図13では符号P<sup>-</sup>で表す。）となる。従って、位相空間光変調器44からの戻り光は、全て偏光ビームスプリッタ面48aを透過する。

【0108】位相空間光変調器44からの戻り光は、全てP偏光であるが、オンの画素111a<sub>1</sub>を通過した光とオフの画素111a<sub>0</sub>を通過した光とは、位相が $\pi$  (rad)だけ異なっている。従って、本例における位相空間光変調器44は、入射光の偏光方向に対して出射光の偏光方向を $90^\circ$ 回転させると共に、各画素毎に出射光の位相を、互いに $\pi$  (rad)だけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって光の位相を空間的に変調することができる。

【0109】本例における位相空間光変調器44では、薄膜コイル112によって磁化設定層111の各画素における磁化の方向を独立に設定することによって、磁化設定層111に入射する光に対して各画素における磁化の方向に応じた偏光方向の回転を与えて、磁化設定層111に入射する光を空間的に変調する。磁化設定層111の各画素における磁化の方向の切り替えは、数ナノ秒程度で行うことができる。しかも、本例における位相空間光変調器44では、各画素毎に薄膜コイル112を設け、各画素における磁化の方向を独立に設定できるようにしているので、全ての画素における磁化の方向の設定を同時に行うことが可能である。従って、本例における位相空間光変調器44では、位相空間光変調器44の全

体の応答時間を、画素単位の応答時間と同様に数ナノ秒程度とすることが可能となり、極めて大きな動作速度を得ることが可能となる。

【0110】また、本例における位相空間光変調器44は、機械的な駆動部分のない簡単な構造であると共に、液晶のような流動体を含まないで、信頼性が高い。また、本例における位相空間光変調器44は、構造が簡単で、半導体製造プロセスを用いて量産が可能であるので、製造コストを低減することができる。

【0111】また、本例における位相空間光変調器44では、反射層113が、薄膜コイル112に通電するための2つの導電路のうちの一方を兼ねているので、構造を簡単にすることができる。

【0112】また、本例における位相空間光変調器44では、磁化設定層111の画素内における材料の状態および磁化の状態を均一にできる。また、本例における位相空間光変調器44では、画素の状態を切り替えるための薄膜コイル112が、磁化設定層111における光の入射する面とは反対側の面に対して反射層113を介して隣接するように配置されているので、薄膜コイル112が変調される光に影響を与えることがない。これらのことから、本例における位相空間光変調器44によれば、変調情報以外の原因で出射光が不均一になることを防止することができる。

【0113】また、本例における位相空間光変調器44では、光の経路に透明電極が配置されることがないため、光の散乱による特性の劣化がなく、特に画素の微細化に有利である。

【0114】また、本例における位相空間光変調器44によれば、薄膜コイル112によって、磁化設定層111の各画素における磁化の方向を設定するための磁界を発生するようにしたので、画素における磁化を反転させるための電流を小さくすることができる。

【0115】また、本例における位相空間光変調器44では、薄膜コイル112によって発生される磁界に対応する磁路120の一部を形成する軟磁性層117と磁路形成部115とを備えているので、磁束を有効に絞ることができる。その結果、本例における位相空間光変調器44では、薄膜コイル112によって発生される起磁力を有効に、画素における磁化の設定のために利用することができる。

【0116】また、本例における位相空間光変調器44では、薄膜コイル112を駆動しなければ、磁化設定層111の各画素における磁化の状態は保持されるので、位相空間光変調器44によって変調情報を保持することができる。

【0117】上述の位相空間光変調器44は、各画素毎に出射光の位相を2つの値のいずれかに設定するものであったが、本実施の形態に係る光情報記録再生装置において、この位相空間光変調器44の代りに、各画素毎に

出射光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定できるものを用いてもよい。

【0118】図14は、各画素毎に出射光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定できる位相空間光変調器の構成の一例を示している。この位相空間光変調器144は、互いに対向するように配置された2枚のガラス基板151、152を備えている。ガラス基板151、152の互いに対向する面には、それぞれ透明電極153、154が形成されている。ガラス基板151、152は、スペーサ155によって所定の間隔で隔てられている。ガラス基板151、152およびスペーサ155によって形成される空間には、液晶が封入されて、液晶層157が形成されている。また、ガラス基板152の液晶層157側の面には、斜め方向に突き出た柱状の多数の配向部156が形成されている。この配向部156は、例えばガラス基板152に対して斜め方向から蒸着物質の蒸着を行うことで形成することができる。液晶層157内の液晶分子157aは、その長軸方向が配向部156の長手方向を向くように、すなわちガラス基板152に対して斜め方向を向くように配向する。なお、液晶分子157aは、誘電異方性が正であるものとする。また、ガラス基板152の外側の面には反射膜158が形成されている。

【0119】次に、図15および図16を参照して、図14に示した位相空間光変調器144の作用について説明する。光は、位相空間光変調器144に対して、ガラス基板151側より入射し、ガラス基板151、液晶層157、ガラス基板152を通過し、反射膜158で反射され、再度、ガラス基板152、液晶層157、ガラス基板151を通過して出射される。透明電極153、154は、各画素毎に独立に、透明電極153、154間に電圧を印加することができる。

【0120】図15に示したように、透明電極153、154間に電圧Vを印加しない状態では、液晶分子157aは、その長軸方向がガラス基板151、152に対して斜め方向を向くように配向する。これに対し、図16に示したように、透明電極153、154間に、液晶分子157aの配向方向を変えるのに十分な電圧Vを印加すると、少なくとも一部の液晶分子157aでは、その長軸方向がガラス基板151、152に対して垂直な方向に近づくように、配向方向が変化する。この場合、配向部156が形成されていないガラス基板151に近い液晶分子157aほど配向方向が変化しやすい。また、電圧Vが大きくなるほど配向方向が変化する液晶分子157aの数および配向方向の変化量が増加する。

【0121】液晶分子157aの配向方向が変化するすると、入射する光の偏光方向と液晶分子157aの長軸方向とのなす角度が変化する。液晶分子157aは、それを通して光の偏光方向が液晶分子157aの長軸方向に平行な場合と垂直な場合とで屈折率が異なる。従っ



て、電圧Vが印加された状態の液晶層157を通過した光は、電圧Vが印加されない状態の液晶層157を通過した光に対して位相差を有する。電圧Vの所定の範囲内では、電圧Vが大きいほど位相差も大きくなる。また、電圧Vが一定の場合では、液晶層157の厚みが大きいほど位相差も大きくなる。従って、光が液晶層157を往復で2回通過する際の位相差の最大値が $\pi$  (rad) となるように液晶層157の厚みと電圧Vの最大値を設定すれば、電圧Vを制御することによって、位相差を0 $\sim\pi$  (rad) の範囲で任意に設定することができる。

【0122】以上の作用により、位相空間光変調器144は、各画素毎に出射光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定することができる。

【0123】なお、位相空間光変調器144は光の偏光方向を回転させないので、位相空間光変調器44の代りに位相空間光変調器144を用いる場合には、図4におけるプリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを半反射面に変更する。あるいは、プリズムブロック48と位相空間光変調器144との間に、4分の1波長板を設け、プリズムブロック48からのS偏光の光を4分の1波長板によって円偏光の光に変換して位相空間光変調器144に入射させ、位相空間光変調器144からの円偏光の光を4分の1波長板によってP偏光の光に変換して、偏光ビームスプリッタ面48aを透過させるようにしてもよい。

【0124】各画素毎に出射光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定できる位相空間光変調器としては、上述の液晶を用いた位相空間光変調器144に限らず、例えば、マイクロミラーデバイスを用いて、入射光の進行方向について、各画素毎に反射面の位置を調整するようにした構成したものでもよい。

【0125】以上説明したように、本実施の形態では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とを、光情報記録媒体1の情報記録層3に照射して、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層3に情報を記録する。また、情報の再生時には、再生用参照光を情報記録層3に照射し、これによって情報記録層3より発生される再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出して情報を再生する。

【0126】従って、本実施の形態によれば、情報の再生時に再生光と再生用参照光とを分離する必要がない。そのため、情報の記録時に、情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる必要もない。実際、本実施の形態では、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集とが情報記録層3の同一面側より行われる。従って、本実施の形態によれば、記録および再生

のための光学系を小さく構成することができる。

【0127】また、従来の再生方法では、再生光と再生用参照光とを分離して、再生光のみを検出するため、再生光を検出する光検出器に再生用参照光も入射してしまうと、再生情報のSN比が劣化するという問題点があった。これに対し、本実施の形態では、再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生するので、再生用参照光によって再生情報のSN比が劣化することがない。従って、本実施の形態によれば、再生情報のSN比を向上させることができる。

【0128】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置では、光ヘッド40は、記録再生光学系を収納する浮上型ヘッド本体41を備えている。従って、本実施の形態によれば、記録再生光学系の対物レンズ50と光情報記録媒体1との間の距離がほぼ一定に保たれるので、フォーカスサーボが不要になる。

【0129】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置において、情報光の位相を2つの値のいずれかに設定する場合には、情報光および再生光は、1画素当たり1ビットの情報を担持することになる。情報光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定する場合には、情報光および再生光に、1画素当たり複数ビットの情報を担持させることも可能になる。例えば、情報光の位相を8つの値のいずれかに設定する場合には、情報光および再生光は、1画素当たり3ビットの情報を担持することになる。また、情報光および再生光において、複数の画素で1つのデータを表すようにしてもよい。例えば、情報光の位相を8つの値のいずれかに設定し、4つの画素で1つのデータを表すようにすれば、これら4つの画素で12ビットのデータを表すことができる。

【0130】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。本実施の形態は、位相が空間的に変調された記録用参照光および再生用参照光を用いて、位相符号化多重方式による多重記録と、このように多重記録された情報の再生とを行うことができるようにしたものである。本実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0131】以下、図17を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理、すなわち本実施の形態に係る光情報記録方法について説明する。なお、図17は、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。図17に示した光学系の構成は図1と同様である。図17中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、光情報記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された光情報記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。図17における光の位相および強度の表し方は

図 1 と同様である。

【0132】情報の記録時には、位相空間光変調器 13 に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光 21 が入射される。位相空間光変調器 13 における一方の半分の領域 13A は、記録する情報に基づいて画素毎に出射光の位相を 2 値または 3 つ以上の値の中から選択することによって、位相が空間的に変調された情報光 22A を生成する。ここでは、説明を簡単にするために、領域 13A は、各画素毎に出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が  $+\pi/2$  (rad) となる第 1 の位相と基準位相に対する位相差が  $-\pi/2$  (rad) となる第 2 の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。一方、位相空間光変調器 13 における他方の半分の領域 13B は、各画素毎に出射光の位相を 2 値または 3 つ以上の値の中から選択することによって、位相が空間的に変調された記録用参照光 22B を生成する。ここでは、説明を簡単にするために、領域 13B は、各画素毎に出射光の位相を、基準位相と第 1 の位相と第 2 の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。

【0133】情報光 22A および記録用参照光 22B はビームスプリッタ 12 に入射し、一部が半反射面 12a を通過し、更に対物レンズ 11 を通過して収束する情報光 23A および収束する記録用参照光 23B となって、光情報記録媒体 1 に照射される。情報光 23A および記録用参照光 23B は、情報記録層 3 を通過し、エアギャップ層 4 と反射膜 5 の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜 5 で反射される。反射膜 5 で反射された後の情報光 24A および記録用参照光 24B は、拡散する光となって、再度、情報記録層 3 を通過する。

【0134】情報記録層 3 では、反射膜 5 で反射される前の情報光 23A と反射膜 5 で反射された後の記録用参照光 24B とが干渉して干渉パターンを形成すると共に、反射膜 5 で反射された後の情報光 24A と反射膜 5 で反射される前の記録用参照光 23B とが干渉して干渉パターンを形成する。そして、これらの干渉パターンが情報記録層 3 内に体積的に記録される。

【0135】反射膜 5 で反射された後の情報光 24A と記録用参照光 24B は、光情報記録媒体 1 より出射され、対物レンズ 11 によって平行光の情報光 25A と記録用参照光 25B となる。これらの光 25A、25B は、ビームスプリッタ 12 に入射し、一部が半反射面 12a で反射されて、光検出器 14 によって受光される。

【0136】次に、図 18 を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理、すなわち本実施の形態に係る光情報再生方法について説明する。図 18 では、図 17 と同様に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。また、図 18 中には、位相空間光変調器 13 の入射光、位相空間光変調器 13 の出射

光、光情報記録媒体 1 に照射される前における対物レンズ 11 の入射光、およびビームスプリッタ 12 の半反射面 12a で反射された光情報記録媒体 1 からの戻り光の位相および強度を示している。図 18 における位相および強度の表し方は、図 17 と同様である。

【0137】情報の再生時には、位相空間光変調器 13 に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光 31 が入射される。位相空間光変調器 13 における半分の領域 13B は、画素毎に出射光の位相を 2 値または 3 つ以上の値の中から選択することによって、記録用参照光 22B と同様の変調パターンで位相が空間的に変調された再生用参照光 32B1 を生成する。一方、位相空間光変調器 13 における半分の領域 13A は、画素毎に出射光の位相を 2 値または 3 つ以上の値の中から選択することによって、再生用参照光 32B1 の変調パターンに対して、記録用参照光および再生用参照光を情報記録層 3 に照射する光学系の光軸の位置を中心として点対称なパターンで位相が空間的に変調された再生用参照光 32B2 を生成する。

【0138】これらの再生用参照光 32B1、32B2 はビームスプリッタ 12 に入射し、一部が半反射面 12a を通過し、更に対物レンズ 11 を通過して収束する再生用参照光 33B1、33B2 となって、光情報記録媒体 1 に照射される。再生用参照光 33B1、33B2 は、情報記録層 3 を通過し、エアギャップ層 4 と反射膜 5 の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜 5 で反射される。反射膜 5 で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層 3 を通過する。

【0139】情報記録層 3 では、反射膜 5 で反射される前の再生用参照光 33B2 によって、反射膜 5 とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜 5 で反射された後の再生用参照光 33B2 によって、反射膜 5 側に進行する再生光が発生する。反射膜 5 とは反対側に進行する再生光は、そのまま光情報記録媒体 1 より出射され、反射膜 5 側に進行する再生光は、反射膜 5 で反射されて、光情報記録媒体 1 より出射される。これらの再生光を共に符号 34A1 で表す。

【0140】また、情報記録層 3 では、反射膜 5 で反射される前の再生用参照光 33B1 によって、反射膜 5 とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜 5 で反射された後の再生用参照光 33B1 によって、反射膜 5 側に進行する再生光が発生する。反射膜 5 とは反対側に進行する再生光は、そのまま光情報記録媒体 1 より出射され、反射膜 5 側に進行する再生光は、反射膜 5 で反射されて、光情報記録媒体 1 より出射される。これらの再生光を共に符号 34A2 で表す。

【0141】一方、再生用参照光 33B1 は、反射膜 5 で反射されて、再生光 34A1 と同じ方向に進む再生用参照光 34B1 となる。また、再生用参照光 33B2 は、反射膜 5 で反射されて、再生光 34A2 と同じ方向に進

む再生用参照光34B<sub>2</sub>となる。

【0142】これらの再生光34A<sub>1</sub>、34A<sub>2</sub>および再生用参照光34B<sub>1</sub>、34B<sub>2</sub>は、対物レンズ11によって平行光の再生光35A<sub>1</sub>、35A<sub>2</sub>および再生用参照光35B<sub>1</sub>、35B<sub>2</sub>とされてビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。

【0143】再生光35A<sub>1</sub>、35A<sub>2</sub>は、いずれも、記録時の情報光と同様に位相が空間的に変調された光となる。ただし、再生光35A<sub>1</sub>、35A<sub>2</sub>の位相の変調パターンは互いに点対称となる。

【0144】光検出器14の一方の半分の領域には、再生光35A<sub>1</sub>と再生用参照光35B<sub>1</sub>とが重ね合わせられて生成される合成光が入射する。光検出器14の他方の半分の領域には、再生光35A<sub>2</sub>と再生用参照光35B<sub>2</sub>とが重ね合わせられて生成される合成光が入射する。これらの2種類の合成光は、いずれも、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。ただし、2種類の合成光の強度の変調パターンは互いに点対称となる。従って、光検出器14において、2種類の合成光のうちのいずれか一方の強度の2次元パターンを検出することによって情報を再生することができる。ここでは、再生光35A<sub>1</sub>と再生用参照光35B<sub>1</sub>とが重ね合わせられて生成される合成光の強度の2次元パターンを検出することによって情報を再生するものとする。

【0145】次に、図19を参照して、上記再生光、再生用参照光および合成光について詳しく説明する。図19において、(a)は再生光の強度、(b)は再生光の位相、(c)は再生用参照光の強度、(d)は再生用参照光の位相、(e)は合成光の強度を表している。図19は、情報光の各画素毎の位相を、第1の位相と第2の位相のいずれかに設定し、記録用参照光および再生用参照光の各画素毎の位相を、基準位相、第1の位相および第2の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。この場合、再生光の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第1の位相と第2の位相のいずれかになる。従って、再生光と再生用参照光との位相差は、ゼロ、 $\pm\pi/2$ (rad)、 $\pm\pi$ (rad)のいずれかになる。ここで、再生光の強度と再生用参照光の強度が等しいとすれば、図19(e)に示したように、合成光の強度は、再生光と再生用参照光との位相差がゼロとなる画素では最も大きくなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm\pi$ (rad)となる画素では原理的にはゼロとなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm\pi/2$ (rad)となる画素では、位相差がゼロとなる画素における強度の1/2となる。図19(e)では、位相差が $\pm\pi$ (rad)となる画素における強度を“0”で表し、位相差が $\pm\pi/2$ (rad)となる画素における強度を“1”で表し、位相差がゼロとなる画素における強度を“2”で表している。

【0146】図17ないし図19に示した例では、合成光の画素毎の強度が3値になる。そして、例えば、図19(e)に示したように、強度“0”は2ビットのデータ“00”に対応させ、強度“1”は2ビットのデータ“01”に対応させ、強度“2”は2ビットのデータ“10”に対応させることができる。このように、図17ないし図19に示した例では、図1ないし図3に示した例のように合成光の画素毎の強度が2値になる場合に比べて、再生光の強度や位相を同様にしながら、合成光が担持する情報量を増加させることができ、その結果、光情報記録媒体1の記録密度を向上させることができる。

【0147】再生光と再生用参照光との位相差を $\delta$ とすると、合成光の強度Iは前出の式(1)で表される。式(1)より、再生光と再生用参照光との位相差に応じて合成光の強度Iが変化することが分かる。従って、再生光と再生用参照光との位相差の絶対値、すなわち、情報光と再生用参照光との位相差の絶対値が、例えばゼロから $\pi$ (rad)の範囲内でn(nは2以上の整数)値になるようにすれば、合成光の強度Iもn値となる。

【0148】ところで、本実施の形態のように、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調された記録用参照光とを用いて、光情報記録媒体1の情報記録層3に情報を記録する場合には、記録すべき情報と、その情報を記録する際に用いる記録用参照光の位相の変調パターンとに基づいて、情報光の位相の変調パターンを決定する。このことを、図19を参照して詳しく説明する。情報記録層3に記録された情報は合成光の強度のパターンに基づいて再生されるので、記録すべき情報は、図19(e)に示したような所望の合成光の強度のパターンのデータに変換される。記録用参照光の位相の変調パターンは、図19(d)に示したような再生用参照光の位相の変調パターンと同様である。情報光の位相の変調パターンは、図19(e)に示したような所望の合成光の強度のパターンのデータと、図19(d)に示したような再生用参照光および記録用参照光の位相の変調パターンのデータとを用いた位相的な演算により、図19(b)に示したような所望の再生光の位相の変調パターンと同じか、点対称な変調パターンになるように決定される。

【0149】上述のようにして位相の変調パターンが決定された情報光と記録用参照光とを用いて情報が記録された情報記録層3に対して、図19(d)に示したような、記録用参照光と同様の位相の変調パターンを有する再生用参照光を照射すれば、図19(e)に示したような強度のパターンを有する合成光が得られ、この合成光の強度のパターンに基づいて、情報記録層3に記録された情報が再生される。

【0150】記録用参照光および再生用参照光の位相の変調パターンは、ユーザとなる個人の固有の情報に基づ

いて作成するようにしてもよい。個人の固有の情報としては、暗証番号、指紋、声紋、虹彩のパターン等がある。このようにした場合には、光情報記録媒体1に情報を記録した特定の個人のみが、その情報を再生することが可能になる。

【0151】以上説明したように、本実施の形態によれば、位相が空間的に変調された記録用参照光および再生用参照光を用いるようにしたので、位相符号化多重方式による多重記録と、このように多重記録された情報の再生とを行うことが可能になる。

【0152】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0153】[第3の実施の形態] 次に、本発明の第3の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。図20は、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す断面図である。本実施の形態に係る光情報記録再生装置では、第1の実施の形態における光ヘッド40の代りに光ヘッド60が設けられている。この光ヘッド60は、記録再生光学系を収納する光ヘッド本体61と、光情報記録媒体1に対して垂直な方向と、光情報記録媒体1におけるトラックを横断する方向とについて、それぞれ所定の範囲内で光ヘッド本体61を移動可能なアクチュエータ62とを備えている。本実施の形態における記録再生光学系の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0154】本実施の形態では、対物レンズ50からの光ビームが光情報記録媒体1のアドレス・サーボエリア6を通過する期間において、光検出器45の出力に基づいて、アドレス情報、トラッキングエラー情報およびフォーカスサーボ情報を得る。本実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法は、第1の実施の形態と同様である。

【0155】次に、図21を参照して、本実施の形態におけるフォーカスエラー情報の生成方法の一例について説明する。図21は、光検出器45の受光面における入射光の輪郭を示す説明図である。本例におけるフォーカスエラー情報の生成方法では、以下のようにして、光検出器45の受光面における入射光の輪郭の大きさに基づいてフォーカスエラー情報を生成する。まず、対物レンズ50からの光ビームが、光情報記録媒体1におけるエアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束する合焦状態のときには、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図21において符号70で示した輪郭となるものとする。対物レンズ50からの光ビームが最も小径となる位置がエアギャップ層4と反射膜5の境界面よりも手前側へずれた場合には、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図21において符号71で示したように径が小さくなる。逆に、対物レンズ50からの光ビームが最も小径となる位置がエアギャップ層4と反射膜5の境界面よりも奥側へずれた場

合には、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図21において符号72で示したように径が大きくなる。従って、合焦状態を基準として、光検出器45の受光面における入射光の輪郭の径の変化に応じた信号を検出することによってフォーカスエラー信号を得ることができる。具体的には、例えば、合焦状態を基準として、光検出器45の受光面における明部に対応する画素の増減数に基づいてフォーカスエラー信号を生成することができる。

10 【0156】本実施の形態では、アクチュエータ62は、光ビームが常に合焦状態となるように、フォーカスエラー信号に基づいて、光情報記録媒体1に対して垂直な方向についての光ヘッド本体61の位置を調整して、フォーカスサーボを行う。また、アクチュエータ62は、光ビームが常にトラックに追従するように、トラッキングエラー信号に基づいて、トラック横断方向についての光ヘッド本体61の位置を調整して、トラッキングサーボを行う。なお、光ビームがデータエリア7を通過する際には、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われず、直前のアドレス・サーボエリア6通過時の状態が保持される。

【0157】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は第1または第2の実施の形態と同様である。

【0158】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、上記各実施の形態では、光情報記録媒体1におけるアドレス・サーボエリア6に、アドレス情報等を予めエンボスビットによって記録しておくようにしたが、予めエンボスビットを設けずに、以下のようにしてアドレス情報等を記録するようにしてもよい。この場合には、光情報記録媒体1として、エアギャップ層4がなく、情報記録層3と反射膜5とが隣接した構成のものを用いる。そして、この光情報記録媒体1のアドレス・サーボエリア6において、情報記録層3の反射膜5に近い部分に選択的に高出力のレーザ光を照射して、その部分の屈折率を選択的に変化させることによってアドレス情報等を記録してフォーマッティングを行う。

【0159】

40 【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし7のいずれかに記載の光情報記録装置または請求項8ないし13のいずれかに記載の光情報記録方法では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報を記録する。これにより、本発明によれば、情報の再生時には、再生用参照光を情報記録層に照射し、これによって情報記録層より発生される再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出して情報を再生することが可能になる。そのため、本発明によれば、情報の再生時に再生光と再生用参照光

とを分離する必要がなくなり、情報の記録時に情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる必要もなくなる。従って、本発明によれば、ホログラフィを利用して情報の記録を行うことができると共に、記録のための光学系を小さく構成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、情報の再生時に再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生することが可能になるので、再生用参照光によって再生情報のSN比が劣化するということがなくなり、再生情報のSN比を向上させることが可能になるという効果を奏する。

【0160】また、請求項2記載の光情報記録装置または請求項9記載の光情報記録方法によれば、情報光および記録用参照光が同軸的に配置されるように、情報光および記録用参照光の照射を情報記録層の同一面側より行うようにしたので、記録のための光学系をより小さく構成することが可能になるという効果を奏する。

【0161】また、請求項5または6記載の光情報記録装置もしくは請求項12または13記載の光情報記録方法によれば、位相が空間的に変調された記録用参照光を用いるようにしたので、位相符号化多重方式による多重記録を行うことが可能になるという効果を奏する。

【0162】また、請求項7記載の光情報記録装置によれば、情報光生成手段、記録用参照光生成手段および記録再生光学系を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えたので、フォーカスサーボが不要になるという効果を奏する。

【0163】また、請求項14ないし17のいずれかに記載の光情報再生装置または請求項18ないし20のいずれかに記載の光情報再生方法では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層に対して再生用参照光を照射し、これによって情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出する。そのため、本発明では、再生光と再生用参照光とを分離する必要がない。従って、本発明によれば、ホログラフィを利用して情報の再生を行うことができると共に、再生のための光学系を小さく構成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生するので、再生用参照光によって再生情報のSN比が劣化するということがなくなり、再生情報のSN比を向上させることが可能になるという効果を奏する。

【0164】また、請求項15記載の光情報再生装置または請求項19記載の光情報再生方法によれば、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とを情報記録層の同一面側より行うようにしたので、再生のための光学系をより小さく構成することが可能になるという効果を奏する。

【0165】また、請求項16記載の光情報再生装置または請求項20記載の光情報再生方法によれば、位相が空間的に変調された再生用参照光を用いるようにしたので、位相符号化多重方式によって多重記録された情報の再生が可能になるという効果を奏する。

【0166】また、請求項17記載の光情報再生装置によれば、再生用参照光生成手段、記録再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本体を備えたので、フォーカスサーボが不要になるという効果を奏する。

【0167】また、請求項21ないし26のいずれかに記載の光情報記録再生装置もしくは請求項27ないし30のいずれかに記載の光情報記録再生方法では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とによって、光情報記録媒体の情報記録層に情報を記録し、情報の再生時には、情報記録層に対して再生用参照光を照射し、これによって情報記録層より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出する。そのため、本発明では、再生光と再生用参照光とを分離する必要がなく、情報の記録時に情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる必要もない。従って、本発明によれば、ホログラフィを利用して情報の記録および再生を行うことができると共に、記録および再生のための光学系を小さく構成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、情報の再生時には再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生するので、再生用参照光によって再生情報のSN比が劣化するということがなく、再生情報のSN比を向上させることが可能になるという効果を奏する。

【0168】また、請求項22記載の光情報記録再生装置または請求項28記載の光情報記録再生方法によれば、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集とを情報記録層の同一面側より行うようにしたので、記録および再生のための光学系をより小さく構成することが可能になるという効果を奏する。

【0169】また、請求項24または25記載の光情報記録再生装置もしくは請求項29または30記載の光情報記録再生方法によれば、位相が空間的に変調された記録用参照光および再生用参照光を用いるようにしたので、位相符号化多重方式による多重記録と、このように多重記録された情報の再生とを行うことが可能になるという効果を奏する。

【0170】また、請求項26記載の光情報記録再生装置によれば、情報光生成手段、記録用参照光生成手段、再生用参照光生成手段、記録再生光学系および検出手段を収納し、光情報記録媒体より浮上する浮上型ヘッド本

体を備えたので、フォーカスサーボが不要になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理を示す説明図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理を示す説明図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す断面図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す斜視図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る光情報記録再生装置の外観を示す平面図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例を説明するための説明図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例を説明するための説明図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態における位相空間光変調器の要部を示す断面図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態における位相空間光変調器とその周辺回路を示す説明図である。

【図 11】図 9 に示した位相空間光変調器における薄膜コイルの平面図である。

【図 12】1 次元磁性フォトニック結晶の構造を示す説明図である。

【図 13】図 9 に示した位相空間光変調器の作用について説明するための説明図である。

【図 14】本発明の第 1 の実施の形態における位相空間光変調器の構成の他の例を示す断面図である。

【図 15】図 14 に示した位相空間光変調器の作用について説明するための説明図である。

【図 16】図 14 に示した位相空間光変調器の作用について説明するための説明図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理を示す説明図である。

【図 18】本発明の第 2 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理を示す説明図である。

【図 19】本発明の第 2 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

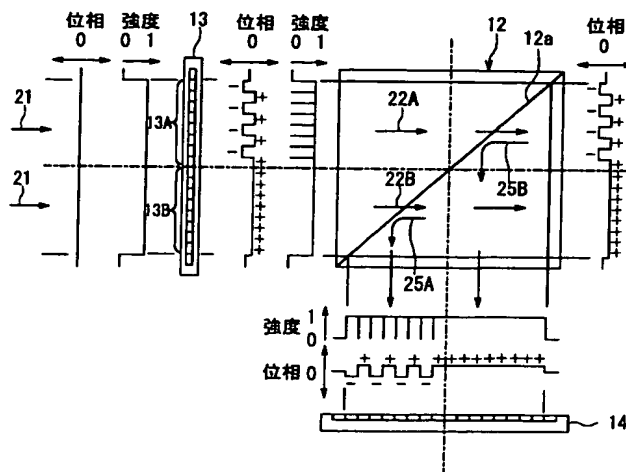
【図 20】本発明の第 3 の実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドを示す断面図である。

【図 21】本発明の第 3 の実施の形態におけるフォーカスエラー情報の生成方法の一例を説明するための説明図である。

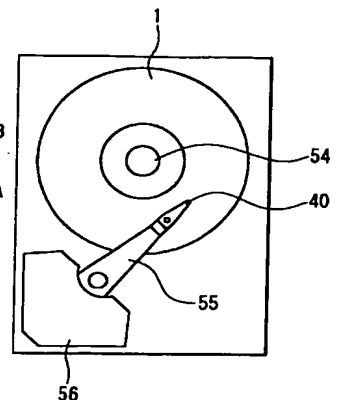
【符号の説明】

1…光情報記録媒体、3…情報記録層、5…反射膜、6…アドレス・サーボエリア、7…データエリア、40…光ヘッド、41…浮上型ヘッド本体、43…半導体レーザ、44…位相空間光変調器、45…光検出器、47…コリメータレンズ、48…プリズムブロック、48a…偏光ビームスプリッタ面、49…4分の1波長板、50…対物レンズ。

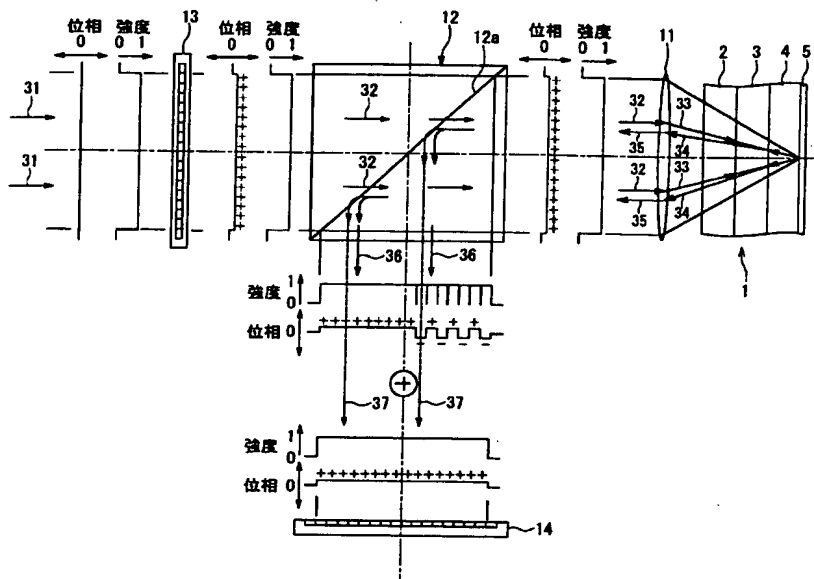
【図 1】



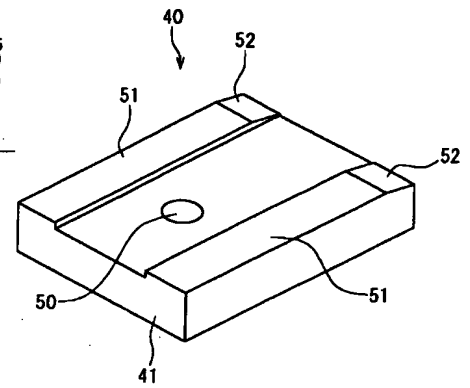
【図 6】



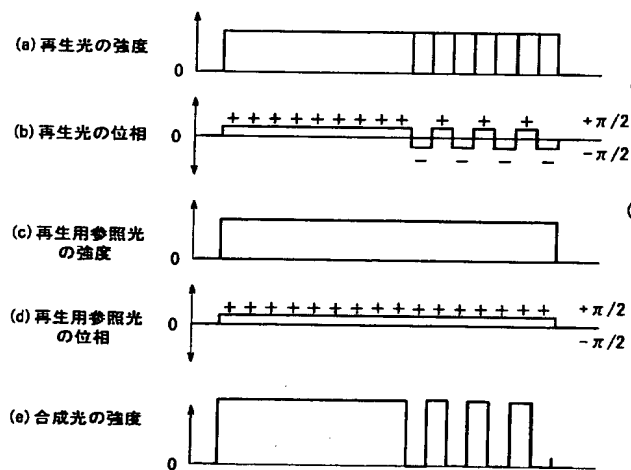
【図2】



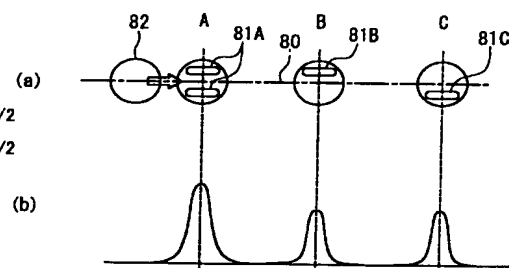
【図5】



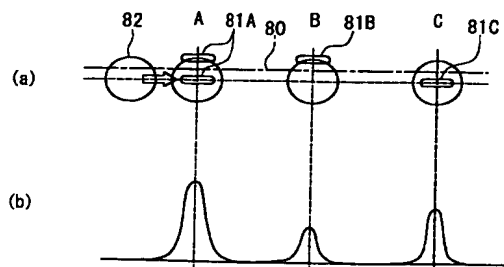
【図3】



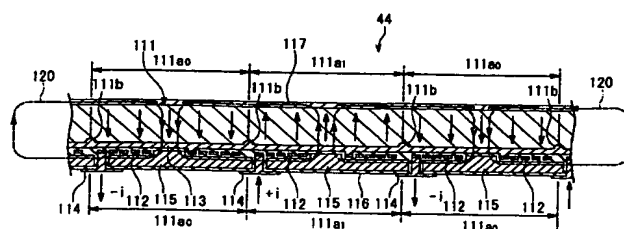
【図7】



【図8】



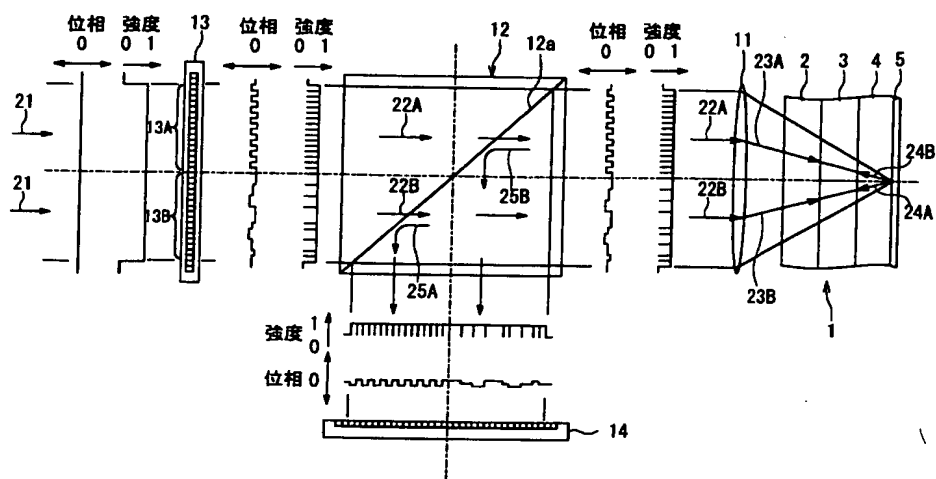
【図9】



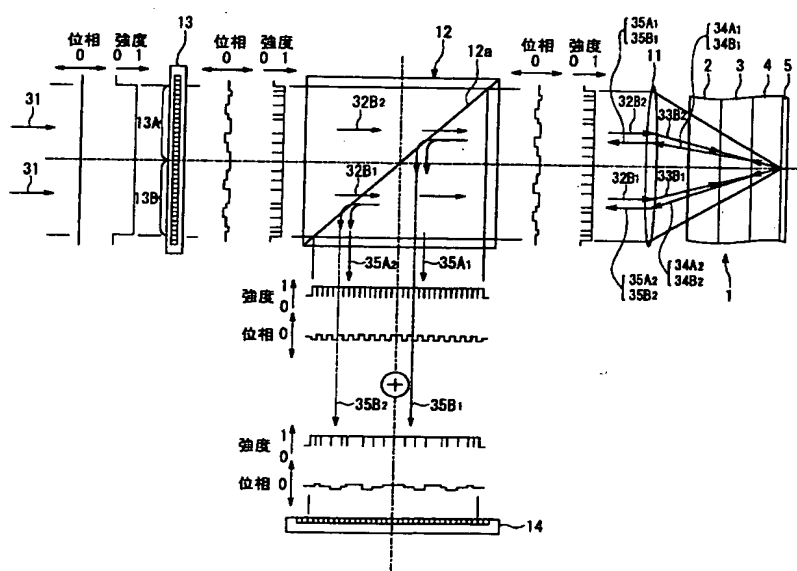




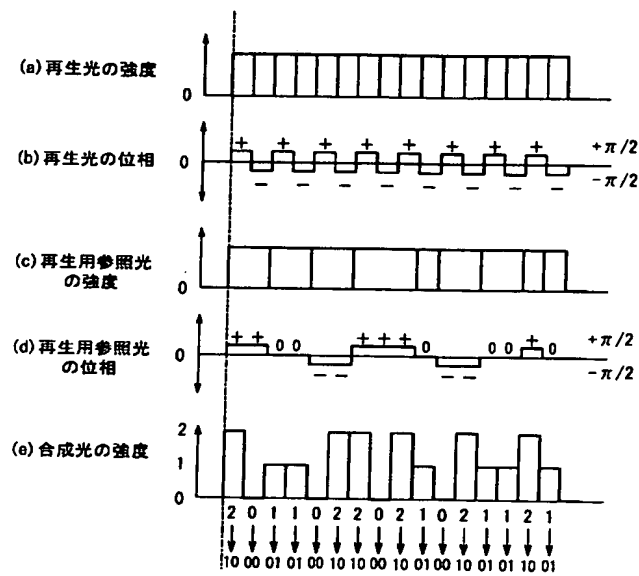
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

